الفلك عند العرب والمسلمين

الجزء الثانى

د . زين العابدين متولى



مهرجان القراءة للجميع ٩٧
مكتبة الأسرة
برعاية السيدة سوزان مبارك
(كتاب الشباب)

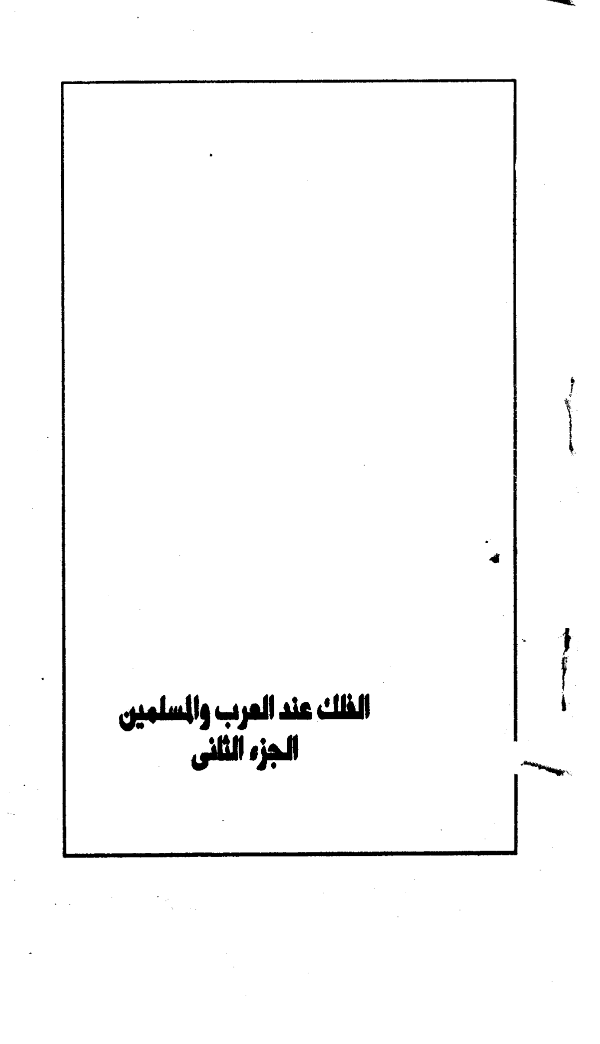
الفلك عند العرب و المسلمين جـ ٢

د. زين العابدين متولى

الغلاف
الإشراف الفنى:
للفنان محمود الهندى

المشرف العام
د. سمير سرحان

الجهات المشتركة:
جمعية الرعاية المتكاملة المركزية
وزارة الثقافة
وزارة الإعلام
وزارة التعليم
وزارة الإدارة المحلية
المجلس الأعلى للشباب والرياضة
التنفيذ: الهيئة المصرية العامة للكتاب


الفلك عند العرب والمسلمين
الجزء الثانى



مقدمة

وهكذا تمضى مسيرة مكتبة الأسرة لتقدم فى عامها الرابع تسع سلاسل جديدة تضم روائع الفكر والإبداع من عيون كتب الآداب والفنون والفكر فى مختلف فروع المعرفة الإنسانية، تروى تعطش الجماهير للثقافة الجادة والرفيعة، وتنضم إلى مجموعة العناوين التى صدرت خلال الأعوام الثلاثة الماضية لتغطى مساحة عريضة من بحور المعرفة الإنسانية، ولتقطع بأن مصر غنية بتراثها الأدبى والفكرى والإبداعى والعلمى، وإن مصر على مر التاريخ هى بلاد الحكمة والمعرفة والفن والحضارة .. عبقرية فى المكان وعبقرية الإبداع فى كل زمان.

سوزان مبارك

على سبيل التقديم . . .

مكتبة الأسرة ٩٧ رسالة إلى شباب مصر الواعد تقدم صفحات متألقة من متعة الإبداع ونور المعرفة مصدر القوة فى عالم اليوم..

صفحات تكشف عن ماضينا العريق وحاضرنا الواعد وتستشرف مستقبلنا المشرق.

د. سمير سرحان

مـوسى بـن شـاكر :

ظهر موسى بن شاكر فى عصر المـأمون وسطع هو وبنوه الثلاثة محمد وأحمد وحسن فى سماء العلم ، نبغوا فى الرياضيات وخاصة الهندسة والفلك والفلسفة ، كانوا محل رعاية المـأمون، وقد انقطعوا للعلم .

واستعملوا القانون المعروف « بقانون هيرون » لتقـدير مساحة المثلث اذا علم طول كل ضلع من أضلاعه هكذا .

مساحة المثلث = ح (ح ـ الضلع الأول) (ح ـ الضلع الثانى) (ح ـ الضلع الثالث)

حيث ح طول نصف محيط المثلث ومثـال ذلك اذا طلب ايجاد مساحة المثلث الذى أطوال أضـلاعه ٣ ، ٤ ، ٥ فيكون طول محيط هذا المثلث هو ٣ + ٤ + ٥ = ١٢ وتكون قيمة ح فى قانون هيرون مساوية ٦ .

∴ مساحة المثلث = ٦ (٦ ــ ٣) (٦ ــ ٤) (٦ ــ ٥) =
٦ × ٣ × ٢ × ١

= ٣٦ = ٦

ويعزى اليهم القول بالجاذبية العامة بين الأجرام السماوية وربط كواكب السماء بعضها ببعض ، وقد كلفهم المأمون بقياس محيط الأرض وقد قدروه بنحو أربعة وعشرين ألف ميل ، وقد اختاروا مكانين منبسطين أحدهما صحراء سنجار حيث نصبوا الآلات وقاسوا الارتفاعات والميل والأفق وعلموا ان كل درجة من درجات الفلك يقابلها ٦٦ ٢/٣ ميل • وقياس العرب هو أول قياس حقيقى أجرى كله مباشرة مع كل ما اقتضته تلك المساحة من المدة الطويلة والصعوبة والمشقة واشترك جماعة من الفلكيين والمساحيين فى العمل •

ان قياس قوس من دائرة نصف النهار بطريقة بنى موسى لابد وأن يكون بها بعض الأخطاء البسيطة وتتلخص فى أخذ ارتفاع الشمس والنجوم وحفظ المسير فى خط مستقيم هذا بخلاف وقوع بعض الأخطاء فى طول الحبال عن اختلاف درجات الحرارة والرطوبة •

وقد بنوا مرصدا على جسر بغداد قاموا فيه بكثير من الرصدات عول ابن يونس فى أرصاده الفلكية على أرصادهم واعترف البيرونى بمهارة بنى موسى فى الرصد •

المـأمون كان مغرم بعلوم الأوائل وتحقيقهـا فطلب من بنى موسى أن يتحققوا من صحة قيمة محيط الكرة الأرضـية فسألوا عن الأراضى المتساوية فى أى البلاد هى فقيل لهم صحراء سنجار فى غاية الاستواء فأخذوا معهم جماعة ممن يثق المـأمون الى أقوالهم ويثق فى معرفتهم لهذه الصناعة وخرجوا الى سنجار ووقفوا فى موضـع منها فأخذوا ارتفاع القطب الشمالى (ارتفاع نجم القطب الشـمالى عن سطح الأرض هو تعبير صادق عن قيمة خط عرض المكان) ببعض الآلات وضربوا فى ذلك الموضع وتدا ربطوا فيه حبلا طويلا ثم مشـوا الى الجهـة الشـمالية على استواء الأرض من غير انحراف الى اليمين واليسار كلما أمكن ذلك فلما فرغ الحبل فصبوا فى الأرض وتدا آخر وربطوا فيه حبلا طويلا ومشوا الى جهـة الشمال أيضا كفعلهم الأول ولم يزل ذلك دأبهم حتى انتهوا الى موضـع أخذوا فيه ارتفاع نجم القطب الشمالى المذكور فوجدوه قد زاد على الارتفـاع الأول درجة واحدة فقاسوا ذلك المسافة من الأرض بالحبـال فبلغ ٦٦ ٢/٣ ميلا فعلموا أن كل درجة من درج الفلك يقابلها من سطح الأرض ٦٦ ٢/٣ .

ثم عادوا الى الموضع الذى ضربوا فيه الوتد الأول وشدوا فيه حبلا وتوجهوا الى جهـة الجنوب ومشـوا على الاستقامة وعملوا كما عملوا فى جهة الشمال ثم أخذوا الارتفاع فوجدوا

القطب الجنوبى قد نقص عن ارتفاعه الأول درجة واحدة فصح حسابهم وحققوا ما قصـــدوه من ذلك . فلما عاد بنو موسى الى المـأمون وأخبروه بما صنعوه وكان موافقا لمـا رآه فى الكتب القديمــة من استخراج الأوائل طلب تحقيق ذلك فى موضــع آخر فسيرهم الى أرض الكوفــة وفعلوا كما فعلوا فى سنجار فتوافق الحسابان فعلم المـأمون صحة ما حرره القدماء فى ذلك الميل الغربى ٤٠٠٠ ذراع سوداء والذراع ٤٩٣٣ر٠ متر وبذلك يكون الميل العربى ١٩٧٣ر٢ متر فكان طول الدرجة عند فلكى المـأمون ١١١٨١٥ مترا وطول جميع محيط الأرض ٤١٢٤٨ كيلو مترا وهو قدر قريب من الحقيقة عموما فهذا القياس قياس حقيقى أجرى كله مباشرة مع كل ما اقتضته من الصعوبة والمشقة واشتراك جماعة من الفلكيين والمساحيين فى العمل وهذا يجعلنا أن نعتبر هذا العمل من أعمال العرب العلمية المجيدة المـأثورة.

ومن أهم الأعمال النظرية التى ذكروها فى مؤلفاتهم والتى تعزى الى أحدهم أو الى أبيهم أنه قال بان هنـاك تفاعلا بين الأجرام السماوية ، الذى يطلق عليه اسم « الجاذبية العامة » وهذا التفاعل هو الذى يجعل الأجسام تقع على الأرض متجهة نحو مركزها وأنه هو الذى يربط كواكب السماء بعضها ببعض .

لقد كان أبناء موسى وحيدى عصرهم فى اتقان الوســائل

الفلكية والكياسة فى استخدامها وتطبيقها . وقد شهد لأبناء موسى علماء شاهدوا بعيونهم ودقتهم فى كل ما قاموا به .

وأبناء موسى أشهر مما تتصور فمن بين ٥٣٤ فلكيا عربيا حفظ لنا التاريخ أسمائهم وهذا عدد يندر أن نجده بين أبناء أمة راقية أخرى فى العالم وعموما فأبناء موسى قد ساهموا مساهمة كبرى فى بعث النهضة العلمية الأوروبية .

فى المرصد الخاص بأبناء موسى والذى كان موجودا على قنطرة نهر دجلة عند « باب التاج » وهنا نجد محمد ابن موسى يكرس حياته للرصد والحساب وألف كتبا فلكية تعالج الاتجاهات العمودية على البعد القطبى وكانت هى الأولى من نوعها فى الفلك كما اشترك مع أخويه أحمد وحسن فى وضع كتاب فى المساحات الكروية وقد عرف هذا الكتاب فى العصور الوسطى فى أوروبا باسم كتاب الأخوة الثلاثة فى الهندسة .

وضع محمد بن موسى كتابا حول أصول العالم وعناصره كما عنى بعلم الأرصاد دون ملاحظات حول الأجواء واهتم بالتركيبات الخاصة بالأجهزة والآلات .

وضع أحمد كتابا فى تركيب الآلات وتنظيمها وبخاصة الآلية منها وحير الموهوبين فنيا من العرب واخترع أحمد بن موسى أشياء كثيرة تدعوا الى الدهشة فقد صابر فى بناء الآلات الدقيقة المعقدة التركيب والتى ذات فائدة قصوى للمجتمع .

***

ثابت بن قرة :

ولد ثابت بن قرة فى حران سنة ٢٢١ هـ ثم انتقل الى بغداد واشتغل بالعلم وكان قد التقى بمحمد بن موسى الخوارزمى وكان يحسن السريانية واليونانية والعبرية ، يجيد الترجمة الى العربية وقد ترجم كتبا كثيرة من علم الآقدميين فى الرياضيات والمنطق والتنجيم والطب وقد ترجم كتب بطليموس فى الفلك « المجسطى » .

لقد نبغ ثابت بن قرة فى الطب والرياضيات والفلك والفلسفة ووضع فيها جميعا مؤلفات قيمة وله أرصاد قيمة تولاها فى بغداد وتعتبر هذه الأرصاد من الأرصاد الفلكية النادرة ولست مبالغا اذا قلت ان هذه الأرصاد أصبحت لها أهمية حيوية لرواد الفضاء فى هذا العصر بعد مضى العديد من القرون واتضح أخيرا أن هذه الأرصاد سليمة بل ودقيقة للغاية .

ومن مؤلفات ثابت بن قرة كتاب فى تسهيل المجسطى وثانى فى المداخل الى المجسطى وثالث فى علة الكسوف ورابع فى أشكال المجسطى وخامس فى حركة الفلك وكتاب فى الأنواء وسادس فى حساب كسوف الشمس وخسوف القمر ومن أعماله الفلكية كتاب فى آلات الساعات يبحث فى تعيين الوقت بقياس الظل واستعمال المزاول • وله مقالات كثير نذكر منها مقالة فى حساب خسوف القمر والشمس وأخرى فى تركيب الأفلاك •

ويعتبر ثابت بن قرة من رواد العلماء العرب الذين درسوا العلم للعلم وعكفوا عليه رغبة فى الاستزادة منه ومع ثابت بن قرة تصادفنا أسماء أخرى لا تقل عنه فى النبوغ مثل أبو عبد الله محمد الذى كان من أدق الراصدين وخاصة فى ظواهر الخسوف والكسوف واقترانات الكواكب وكان اللبنة الأولى فى نهضة العلوم فى مصر •

ترجم ثابت بن قرة عددا من الكتب الفلكية والرياضية والطبية الى « بنى موسى » وهذه الكتب لمشاهير العلماء مثل « أرشميدس » « أفلاطون » و « جالينوس » و « بقراط » كما ترجم جغرافية بطليموس ولم يقف نشاطه العلمى عند هذا بل راجع ترجمات حنين وابنه وصححها ثم انصرف بعد ذلك الى تأليف الكتب فوضع ما يقرب من مائة وخمسين كتابا عربيا ، عشرة فى السريانية حول الفلك والرياضيات والطب فوضعته

هذه المؤلفات وذلك الانتاج لا فى مقدمة علماء عصره فقط بل زعيما للعلوم الاسلامية .

« ولثابت » أرصاد أخذها فى « بغداد » وجمعها فى كتاب فيه مواهبه فى سنة الشمس وما أدركه بالرصد فى مواضع أوجها ومقدار سنينها وكمية حركاتها وصورة تعديلها .

فقد استخرج حركة الشمس وحسب طول السنة النجمية فكانت أكثر من الحقيقة بنصف ثانية وحسب ميل دائرة البروج وقال : بحركتين مستقيمة ومتقهقرة لنقطتى الاعتدال .

مؤلفاته الفلكية :

ـــ كتاب فى العمل بالكرة .

ـــ كتاب فى أبطاء الحركة فى فلك البروج .

ـــ كتاب فى ايضاح الوجه الذى ذكر بطليموس به استخراج من تقدمه مسيرات القمر وهى المستوية .

ـــ كتاب فى الهيئة .

ـــ كتاب فى تركيب الأفلاك .

ـــ كتاب فى حركة الفلك .

ـــ كتاب رؤية الأهلة بالجنوب .

— كتاب رؤية الأهلة من الجداول
— كتاب فى أشكال المجسطى .
— كتاب فيما يظهر من القمر من آثار الكسوف وعلاماته .
— كتاب فيما أغفلة « ثاون » فى حساب كسوف الشمس والقمر .
— مقالة فى حساب خسوف القمر والشمس .
— كتاب فى الأنواء
— كتاب مختصر فى علم النجوم .
— مختصر فى علم الهيئة وكتاب للفروضات .

***

عمر الخيام :

هو عمر الخيام الرياضى والفلكى والشاعر والفارس ولد حوالى ١٠٥٠ م وتوفى حوالى ١١٢٣ م . يرجع اليه الفضل الأكبر فى عمل التقويم الفارسى الذى لا يتعدى الخطأ فيه يوما واحدا كل ٥٠٠٠ سنة ويرجح أن يكون هو مكتشف نظرية المتواليات وقد قام بوضع الحلول الهندسية والجبرية لمعادلات الدرجة الثانية وبعض معادلات الدرجة الثالثة ، وهو شهير فى الغرب بخيالاته وفلسفته الشعرية .

لابد من الاشارة الى أن « الخيام » لم ينبغ فى الرياضيات والشعر فحسب بل برع أيضا فى الفلك .

ويقال أنه بلغ ذلك درجة قل من وصل اليها من علماء عصره حتى أن السلطان « ملكشاه » دعاه سنة ٤٦٧هـ ــ ١٠٧٤م وطلب منه مساعدته فى تعديل التقويم السنوى . ويقال عنه انه كان أحد الثمانية الذين انتدبوا لذلك ، وقد نجح « عمر » فى التقويم نجاحا كان موضع اعجاب مولاه « ملكشاه » وتقديره وأن هـذا التقويم كان أدق من غيره من التقاويم وتقرب دقته من دقة التقويم « الجريجورى » بل وقد يكون هـذا التقويم أدق من التقويم الجريجورى الذى يؤدى الى خطأ مقداره يوم كل ٣٣٣٠ سنة بينما الخطـأ الذى ينجم عن تقويم « الخيام » هو يوم فى كل ٥٠٠٠ سنة .

وللخيـام كتب أخرى فى الفلك منها « زيج ملكشاه » .

كلنا نعلم حق المعرفة أن عمر كان شاعرا ويندر أن نجد واحدا يعرف أن عمر الخيـام كان من كبار رياضى زمانه ومن فحول فلكى عصره . فلقد أسـدى خدمات حقيقية للرياضيات والفلك لا تقل عن خدماته للأدب والفلسفة والشعر . وقد تم اطلاق اسمه على احدى مناطق الجانب الآخر من سطح القمر .

***

الخـــازن :

الخازن هو أبو الفتح عبد الرحمن المنصـور الخـازنى المعروف بالخازن وهو من أشهر علماء النصف الأول من القرن الثانى عشر للميلاد وقد نشأ فى مرو أشهر مدن خراسان ، ودرس فيها • اشتهر ببحوثه فى الرياضيات وخاصة الميكانيكا والطبيعة والفلك ، وله زيج فلكى يعرف بالزيج السنجرى ألفه الخازنى أيام الخليفـة المسترشـد بالله (سنة ٥١٢ هـ ـــ ١١١٨ م الى ٥٢٩ هـ ـــ ١١٣٥ م) ذكر فيه أدوار عظيمـة محسـوبة على الأوساط المثبتـة بأرصاد فلكى العرب • كتب الخـازنى عن أدوار توافق الحركات المعتبرة وان كان الوصـول الى مثلهـا غامضا جدا لكثرة الحسابات فيها • وجمع أرصادا أخرى غاية فى الدقة ومن أشـهر كتبه ميزان الحـكمة ترجم الى اللغـات الأجنبية ، وهو الأول من نوعه بين الكتب العلمية القديمـة القيمة وخاصة فى الأيدروستاتيكا يقول عنه « سارتون » انه من أجل الكتب التى تبحث فى هذه الموضوعات وأروع ما أنتجـه الفرنجة فى القرون الوسطى ، كما اعترف « بلتن » فى أكاديمية العلوم الأمريكية بما لهذا الكتاب من شأن فى تاريخ الطبيعـة وتقدم الفكر عند العرب •

تحدث الخازن عن الجاذبية حيث قال بقوة جاذبية لجميع

جزئيات الأجسام وأوضح أن الأجسام تتجه فى سقوطها الى الأرض ، وقال أن ذلك ناتج عن قوة تجذب هذه الأجسام فى اتجاه مركز الأرض • ويقول أن اختلاف قوة الجذب يتبع المسافة بين الجسم الساقط وهذا المركز • وتدل كتاباته على أنه كان يعلم العلاقة الصحيحة بين السرعة التى يسقط بها الجسم نحو سطح الأرض والبعد الذى يقطعه والزمن الذى يستغرقه • وهى العلاقة التى تنص عليها القوانين والمعادلات التى ينسب الكشف عنها الى علماء القرن السابع عشر جاليليو ونيوتن ولكنها قد تكون صحيحة الى حد ما •

وفق الخازن فى عمل زيج فلكى سماه « الزيج المعتبر السنجرى » نسبه الى السلطان « سنجر » وفيه حسب مواقع النجوم لعام ١١١٥ — ١١١٦ م • وجمع أرصادا أخرى هى فى غاية الدقة بقيت مرجعا للفلكيين مدة طويلة •

***

البتروغى :

هو نور الدين البتروغى الذى عاش فى القرن الثانى عشر ولد فى مراكش وعاش فى سيفيل عمل خلال نظريته الكوكبية على تطوير النظام المعقد لبطليموس ولكن بنجاح قليل وبالرغم من ذلك نال كتابه عن هذا الموضوع اهتماما كبيرا حيث ترجم

الى العبرية فى القرن الثالث عشر ومنها الى اللاتينية ونشر فى فينيسيا عام ١٥٣١ م .

البتروغى توصل الى حل اللغز الذى وصفه الكندى فى علم الفلك وكان له رأى سديد خاصة فى انحراف الأفلاك والدوائر التى ليس لها مركز مشترك بذلك يكون قد مهد الطريق للعالم « كوبر نيكوس » . وقد تم اطلاق اسم البتروغى على احدى مناطق السطح غير المرئى من القمر .

كان أبو اسحاق البتروغى « البطروجى » من تلاميذ المرموق محمد ابن طفيل الأندلسى (٥٥٠ — ٥٨١ هـ) من هذا يتبين أن البطروجى كان على قيد الحياة فى أواخر القرن السادس الهجرى .

لقد أثارت نظرية البطروجى حول حركة الكواكب حركة علمية عظيمة فى ميدان علم الفلك . فهذه النظرية العظيمة زعزعت النظام الفلكى البطليموسى الذى كان جاثما على عقول علماء الفلك آنذاك .

ومما لاشك فيه أن كتاب الهيئة للبطروجى لعب دورا جليلا فى بلورة الشك فى تعاليم بطليموس الفلكية ، مما دفع علماء الغرب الى ترجمة هذا الكتاب الهام فى مجال علم الفلك الى لغاتهم وترجمة ميشيل سكوت الى اللغة اللاتينية سنة ٦١٤ هـ ، أما موسى بن طبون فترجمه الى العبرية سنة ٩٣٥ هـ .

والملاحظ أن أبا اسحاق البطروجى رفض نظرية بطليموس جملة وتفصيلا الخاصة فى الأفلاك التدوير والأفلاك الخارجه المركز وأوصى بالعودة الى نظـام أرسطو طاليس القـائل بمركز الأفلاك جميعا .

ويعتبر البطروجى الفلكى العظيم هو صاحب نظريه الحركه الحلزونية أو اللولبية للأفلاك .

ان علماء الغرب والشرق اعتمـدوا على أفكار ونظريات البطروجى الفلكيـة ، ولذا صار كتـاب الهيئة للبطروجى من المصادر الضرورية للباحثين فى ميدان علم الفلك .

***

الخـــــرقى :

هو أبو بكر محمد بن أبى بشير المعروف « بالخرقى » ولد فى « خرق » وهى من قرى « مرو » أقام مدة « بنيسابور » وتوفى بقريته سنة ٥٣٣ هـ — ١١٣٨ م .

كان فلكيا ورياضيا وجغرافيا وقد كتب مؤلفاته بالعربيـة ولعل أشهر مصنفاته .

كتاب منتهى الأدراك فى تقسيم الأفلاك وهو كتاب يشتمل على ثلاث مقالات :

الأولى ـ فى بيان تركيب الأفلاك وحركاتها وهذه المقالة جعلت سارطون يقول أن « كتاب منتهى الادراك » هو من أحسن الكتب التى تبحث فى الأفلاك •

والثانية ـ فى هيئة الأرض وتقسيمها الى ثلاثة أقسام وبحث فيه فى البحار الخمسة وان اختلاف الطالع والمطالع يرجع الى الأوضاع الجغرافية •

والثالثة ـ فى ذكر التوازغ وتقسيمها وأدوار القرنات وعودتها •

وسار فى كتابه هذا على رأى بعض العلماء أمثال « أبى جعفر الخازن » و « ابن الهيثم » فى بعض النظريات الفلكية التى تتعلق بالكواكب •

وله أيضا كتاب « التبصرة » وقد لخص فيه « كتاب منتهى الادراك » وهو من الكتب المتوسطة ذكر فيه أنه اقتدى « بابن الهيثم » فى تقسيم الأفلاك بالأكر المجسمة دون الاقتصار على الدوائر المتوهمة كما هو دأب أكثر المتقدمين • وقسمه قسمين : قسم فى الأفلاك وقسم فى الأرض وذكر فى الأول اثنين وعشرين بابا وفى الثانى أربعة عشر بابا « كتاب الرسالة الشاملة فى الحساب » و « كتاب الرسالة المغربية » •

على الرغم من نبوغه فى علم الفلك ومكانته العلمية التى

وصل اليها فى مجال علم الفلك والتى جعلته فى عداد الخالدين فى تاريخ علم الفلك فقد نوه فى أماكن كثيرة عن استفادته العظيمة من آراء ونظريات ابن الهيثم وأبى جعفر الخازن الفلكية والتى تخص الكواكب بوجه عام .

تعمق بهاء الدين الخرقى فى دراسته لهيئة الأرض من حيث تقسيماتها الى مسكون وغير مسكون كما قدم فى كتابه « منتهى الادراك فى تقسيم الأفلاك » أفكار قيمة حول البحار الخمسة .

أولى أبو بكر الخرقى السحابات والجداول الفلكية اهتماما بالغا ، ويظهر ذلك من مصنفه كتاب الرساله الشاملة فى الحساب والذى بقى من أهم المصادر لعلماء الفلك .

يعترف سارتون فى كتابه « المدخل الى تاريخ العلوم — المجلد الثانى الجزء الأول » بمكانة أبو بكر الخرقى العلمية فى هذا الحقل (الفلك) حيث يقول ان كتاب « منتهى الادراك فى تقسيم الأفلاك » هو أحسن الكتب التى تبحث فى الأفلاك .

***

علم الدين قيصر :

هو « علم الدين قيصر بن أبى القاسم بن عبد الغنى سافر الحنفى المهندس الأسفونى ، الملقب بتعاسيف » عرف بالمهندس.

كان فلكيا ورياضيا اعترف بفضله ونبوغه ابن أبى أصبعية ولد بأسفون من صعيد مصر سنة ٥٧٤ هـ — ١١٧٨ م وتوفى فى دمشق سنة ٦٤٩ هـ — ١٢٥١ م • درس فى مصر وسـوريا ثم فى الموصل وبعد ذلك رجع الى سوريا ودخل فى خدمة حـاكم حماة ١٢٢٩ — ١٢٤٤ م وعمل له بعض النواعير والقلاع •

وفى سنة ١٢٢٥ م عمل كرة سماوية كما أنه كتب رسالة فى بديهيات أقليدس وأهداها الى نصر الدين الطوسى •

ويظهر جليا تفوق علم الدين قيصر فى ميدان علم الفـلك عندما طلب منه عالم حمـاة « تقى الدين محمود » أن يبنى له أبراجا فلكية لكى يتمـكن طلاب العلم من رصـد الكواكب والأجرام السماوية فى بلاد الشام وبالفعل أنشأ علم الدين قيصر القلاع فى حماة فصارت حماة مركز اشعاع فى علم الفلك ليس فقط لسوريا ولكن للعالم أجمع •

فى عام ٦٢٢ هـ عمـل علم الدين قيصر كرة سـماوية من الخشب الفاخر لحاكم حماة المظفر الثانى • ورسم عليها جميـع الكواكب التى رصـدها العلماء الأوائل وبقيت هـذه الكرة السماوية معمولا بها فى جميع أنحاء المعمورة حتى ١٢٢٤ هـ •

وخلاصة القول أن علم الدين قيصر تعاسيف كان عالمـا فاضلا فى الفلك والرياضيات وشـهد له بذلك معظم مؤرخى

العلوم فى العالم وعلى رأسهم « موفق الدين بن أبى أصبعية » فى كتابه « عيون الأنباء فى طبقات الأطبــاء » و « جــورج سارتون » و « ديفيد يوجين سمث » .

***

ابـــو الصــــقر :

هو « عبد العزيز بن عثمان القبيصى الهاشمى » عالم فى الفلك نسبته الى « القبيصة » بقرب « الموصــل » أو قرب « ســامرا » .

صنف كتابا فى النجوم سماه « المدخل الى صناعة أحكام النجوم » يقول « البهيقى » : (لم يصنف فى النجوم أحســن وأتقن من مدخله) فهو فى كتب النجوم مثل كتاب الحماسة بين الأشــعار وله نقــد لرســالة « عيسى بن على » فى أبطـــال أحكام النجوم ورسالة فى الأبعاد والأجرام » هــذا بخــلاف ما شرحه من الفصول « للفرغانى » .

***

القـــــزوينى :

هو زكريا بن محمد بن محمود ويلقب بالقزوينى ، ولد بقزوبن حوالى سنة ٦٠٥ هـ وتوفى سنة ٦٨٢ هـ . وقد شغف

بالفلك والطبيعة والنبات والحيوان والجيولوجيا ويعتبر كتابه عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات من أنفس مؤلفاته فلقد طالب فى هذا الكتاب بالنظر فى الكواكب وكثرتها واختلاف ألوانها وسير الشمس وفلكها ، وكسوف الشمس وخسوف القمر الى ما بين السماء والأرض من الشهب والغيوم والرعود والصواعق الى علوى وسفلى ويقول انه يعنى بالعلوى ما يتعلق بالسماء من كواكب وبروج ومجرات والشمس والقمر وتحدث عن كواكب الزهرة والمريخ والمشترى وعطارد وزحل وربط بين حركتى المد والجزر وبين تحركات القمر ، وتحدث عن المجرة ، وأثر الشمس على الأحياء ، وتكلم عن الزمان وعرفه بانه مقدار حركة الفلك عن الأيام والشهور والفصول وتحدث عن الهواء والسحاب والرياح والأمطار والرعد والبرق والهالة وقوس قزح وعرض فى هذا الكتاب وصف للأرض وقال أن خط الاستواء يقسمها الى نصفين شمالى وجنوبى ، كما انه تكلم عن الزلازل والجبال ومواضعها وارتفاعاتها وحقيقة يدل كتاب عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات للقزوينى على افتنانه بالمعرفة الموسوعية فانه جمع فى كتاب أشتاتا من المعارف عن البحار والجبال والأنهار والكواكب والكوكبات والأسماك والحيوانات والنباتات والهواء والطيور مع الاشارات الطبية بين حين وآخر .

***

ابـن الصقـــار :

هو « أبو القاسم أحمد بن عبد الله بن عمر » من قرطبة كان متحققا بعلم العدد والهندسة والنجوم . لم يعرف متى ولد ولكنه توفى سنة ٤٢٦ هـ .

له زيج مختصر على مذهب السندهند وكتاب فى العمـل بالأسطرلاب .

وهناك غير من ذكرنا علماء اشتهروا بالعلوم الفلكية ، لم تأت المصـــادر الا على أعمال بسيطة لهم دون شيء يتعلق بحياتهم أو مؤلفاتهم :

— ابن الليث وهو محمد بن أحمد بن الليث كان متفننا بعلم حركات النجوم وأرصادها .

— أبن برغوث هو « أبو عبد الله محمد بن عمرو بن محمد المعروف بابن برغوث » كان مغرما بعـلم الأفـلاك وحركات الكواكب وأرصادها وتوفى سنة ٦٤٤ هـ ـ ١٠٥٢ م .

— عبد الله بن أحمد السرقسطى . كان عالمـا فى الهندسة والعدد والنجوم وله رســالة يبين فيها فساد مذهب

« السندهند » فى حركات الكواكب وتعديلها وتوفى فى مدينة « بلنسية » سنة ٤٤٨ هـ — ١٠٥٦ م •

— القويدس هو « أبو اسحاق ابراهيم بن لب بن ادريس النجيبى » ، المعروف « بالقويدس » من أهل « قلعة أيوب » وخرج منها واستوطن طليطلة وتأدب فيها وبرع فى الهندسة والعدد والفرائض وهيئة الأفلاك وحركة النجوم وتوفى سنة ٤٥٤ هـ — ١٠٦٢ م •

— ابن الحلاب هو « أبو الحسن بن عبد الرحمن » المعروف « بابن الحلاب » أحد المتحققين بالهندسة والأفلاك وحركات النجوم •

— الواسطى هو « أبو الأصبغ عيسى بن أحمد » أحد المحنكين بعلم العدد والهندسة والفرائض وله أيضا آراء سديدة فى هيئة الأفلاك وحركات النجوم •

ابن مى النجيبى هو « الحسن بن محمد بن الحسين ابن مى النجيبى » من أهل قرطبة كان بصيرا بالهندسة والنجوم وله مختصر على مذهب « السندهند » • توفى باليمن سنة ٤٥٦ هـ — ١٠٦٣ م •

— ابن الزرقالة هو « أبو اسحاق أبراهيم بن يحيى النجيبى النقاش » يعرف « بابن الزرقالة » كان وحيد

عصره فى علم العدد والرسم وعلل الأزياج واستنبط آلات لرصـد النجوم وكانت آخر أرصاده بقرطبـة فى آخر سـنة ٤٨٠ هـ — ١٠٨٧ م وتوفى بقرطبـة سنة ٤٩٣ هـ — ١٠٩٩ م .

ويعتبر ابن الصفار من كبار علماء الفلك وله فى ذلك نتاج عظيم فقد كان من المغرمين فى رصـد حركات النجوم والأجرام السماوية وتظهر ملامح تمكنـه فى حقل علم الفلك فى زيجـه الذى كتبه على طريقـة « السندهند » والذى صـار من أهم مصادر المعلومات فى علم الفلك للباحثين .

تفنن أبو القاسم بن الصفار فى كتابه « طريقة استخدام الأسطرلاب » حيث رأى أن يدون أفكاره ومرئياته فى هـذا المضمار فى كتاب سماه « كتاب العمل بالأسطرلاب » وهـذا الكتاب يمتاز عن غيره فى حسن العبارة وقرب المـأخذ .

أما أخوه محمد فقد أتقن صنع الأسطرلاب وآلات الرصد الأخرى ونال شهرة عظيمة فى الأندلس فى صنع الأسطرلاب لم ينلها أحد قبله من أصحاب المهن فى هـذا الحقل وسبب ذلك أن العلامة ابن الصفار كان يشرح لأخيـه القواعد الأساسـية ويرسم له الصورة الحقيقية للأسطرلاب الممتاز .

وهذا العمل بحد ذاته يعتبر من الركائز المهمة لأن يكون

محمد بن الصفار من مشاهير صانعى الأسطرلابات ليس فقط فى بلاد الأندلس ولكنه أيضـا فى العالم أجمع آنذاك .

لقد خدم طلاب أبى القاسم بن الصفار الحضـارة العربية والاسلامية وعلى رأسهم أبو القاسم مسلمة بن أحمد المجريطى الذى لمع فى كل من الكيمياء والفلك والرياضيات . وكذلك العالم محمد بن خيرة العطار الذى تفنن فى كل من علم الهندسة والحساب والفرائض والفلك والحساب والهندسـة والفرائض والفلك وغيرهم .

تميز العلامة ابن الصفار صاحب الترجمـة عن غيره من علماء العرب والمسلمين فى اعتناقه مهمة التدريس كعمل أساسى له فى الحياة فتفوق على غيره فيها حيث صـار من الأسـاتذة الذين يشار اليهم بالبنان ليس فقط فى العالم الاسـلامى ولكن فى العالم أجمع .

***

نصـير الديـن الطـوسى :

ولد فى بلدة « طوس » سنة ٥٩٧ هـ ـ ١٢٠١ م وتوفى فى سنة ٧٦٢ هـ ـ ١٢٧٤ م ببغداد وهو أحد الأفذاذ القليلين الذين ظهروا فى القرن السادس للهجرة وأحد حكماء الاسـلام المشار اليهم بالبنان وهو من الذين اشتهروا بلقب علامة . عين

هولاكو خان حفيد جنكيز خان « الطوسى » وزيرا له واستغل الطوسى الأموال التى كانت تحت تصرفه فى انشاء مكتبة وبناء مرصد « مراغة » والذى بدأ فى تأسيسه عام ٦٥٧ هـ وقد اشتهر هذا المرصد بآلاته وبمقدرتها فى الرصد فمنها « ذات الحلق » وجمع الطوسى لبناء هذا المرصد جماعة من الحكماء أمثال « المؤيد العرضى » من دمشق « والفخر المراغى » كان بالموصل « والفخر الخلاطى » الذى كان « بتفليس » و « نجم الدين الغزوينى » و « محيى الدين المغربى » . وكان هذا المرصد بمثابة معهدا للأبحاث لا يوجد ما يضارعه وأصبح مشهورا شهرة عالمية فى أجهزته وأبحاثه .

أما المكتبة التى أنشأها فى المرصد فقد كانت عظيمة جدا أكثرها منهوب من بغداد والشام والجزيرة ويقدر ما كان فيها ٤٠٠ ألف مجلد من المخطوطات .

ونصير الدين من الذين كتبوا فى المثلثات والفلك والجبر وانشاء الأسطرلابات وكيفية استعمالها .

وفى الفلك فله باع طويل واضافات مهمة فيه وقد تمكن فى زيج « الابلخانى » من ايجاد مبادرة الاعتدالين فكانت ٥١ فى السنة وهذا التزيج من المصادر المعتمد عليها فى عصر احياء العلوم فى أوروبا .

وعلى الرغم من كتاباته المتعـددة فى الجبر والحســاب والهندسة والمثلثات الكروية الا انه كتب كتبا عظيمـــة فى علم الفلك مثل :

— كتاب ظاهرات الفلك ، وكتاب جرمى الشمس والقمر وبعدهما لأرسطرخس وهو مكون من ســبعة عشر شـــكلا .

— « زيج الشاهى » الذى اختصره « ابن اللبودى » وسماه « الزاهى » .

— « زيج الأيلخانى » وقد وضعه بالفارسية ورتبــه فى أربع مقالات .

— « زبدة الادراك فى هيئة الأفلاك » لخص فيه الكتب المصنعة فيها وأسسها على قاعدة مقالتين .

كتاب ظاهرات الفلك لأقليدس .

كتاب المطـالع لايسقلاوس .

— كتاب التذكرة فى علم الهيئة وفى هذا الكتاب أوضح انطوسى كثيرا من النظريات الفلكية وقد وضعهــا بشكل صعب وهذا هو السبب فى كثرة الشروح التى وضعها علماء العرب المسلمين .

واتنقد فيه كتاب المجسطى واقترح نظاما جديدا للكون أبسط من النظـام الذى وضعــه « بطليموس » وكذلك أدخل فيه أحجام بعض الكواكب وأبعادها .

ويعترف « سارتون » بان الانتقاد الذى وضعه نصير الدين « للمجسطى » يدل على عبقريته وطول باعه فى الفلك ويمكن القول أن انتقاده هذا كان خطوة تمهيدية للاصــلاحات التى تقدم بها « كوبرنكس » .

وللطوسى أيضــا :

ــ كتاب التسهيل فى النجوم .

ــ كتاب الطلوع والغروب لأوطولوقس .

ــ كتاب تحرير المجسطى وتحرير المتوسطات .

وعموما فان للطوسى مؤلفــات عديدة فى مختلف فروع العلم مثل : الحكمة والجغرافيا والطبيعيات والموسيقى والتقاويم والمنطق والتنجيم والأطلاق وموضــوعات أخرى نذكر منهــا « كتاب تحرير المناظر » (أو البصريات) » وكتاب « مباحث انعكاس الشعاعات والانعطافات » وفيه أتى على برهان تساوى زاويتى السقوط والانعكاس رسالة فى ثلاثين فصــلا فى معرفة التقويم وله كتب كثيرة أخرى غير التى ذكرت هنا بالعربيــة

والفارسية لو جمعت كلها ننشىء مكتبة نفيسة ، ومن هذه الكتب يستدل على أن « الطوسى » كان منصرفا الى العلم . وقال « سارطون » عنه انه من أعظم علماء الاسلام ومن أكبر رياضيهم .

وتقديرا « للطوسى » تم اطلاق اسمه على احدى المناطق على الجانب الآخر من سطح القمر .

***

البديع الاسطرلابى :

هو « أبو القاسم هبة الله بن يوسف الأسطرلابى » المعروف بالبديع نشأ فى أصفهان ثم رحل الى بغداد وهناك اشتغل بالفلك منه رزق كثير فى عهد الخليفة « المترشد » ومات فيها أى فى بغداد سنة ١١٣٩ — ١١٤٠ م بخلاف انه كان من الحكماء الفضلاء والأدباء النبلاء فكان أيضا متقنا لعلم النجوم والرصد .. فكان وحيد زمانه فى عمل الآلات الفلكية متقنا لهذه الصناعة .

وعلى كل حال فمن الثابت أن « الأسطرلابى » كان أعظم معاضريه فى انشاء الأسطرلاب وأكثرهم بروزا فى صناعة

الآلات الفلكية الأخرى يعترف بذلك « سارطون » و « سوتر » وغيرهما من باحثى الغرب .

وفى سنة ١١٢٩ ــ ١١٣٠ م عمل الأسطرلابى جداول فلكية فى قصر السلطان السلجوقى « ببغداد » وضعها فى كتاب سماه « التريج المحمودى » نسبه الى السلطان « محمود أبى القاسم ابن محمد » .

وللأسطرلابى قصائد شعرية قالها فى مناسبات مختلفة وقد غلبت عليه معلوماته الهندسية والفلكية ومثال ذلك :

قام الى الشمس بآلاته
ينتظر السعد من النجس

فقلت زين الشمس قال الفتى
فى الثور قلت الشمس فى الثور

وقال :

كن كيف شئت فاننى
قد صنعت قلبا من حديد

وقعدت أنظر الكسوف
وليس ذلك من بعيد

***

محى الديـن المغـربى :

هو « محى الدين يحيى بن محمد بن أبى الشكر المغربى » من رياضى وفلكى « الأندلس » من أهل « قرطبة » كان فى المشرق امام النصير الطوسى وعمل معه فى المراصـد بمراغـة وتوفى نحو ٦٨٠ هـ ــ ١٢٨٠ م وقد ترجم بعض الكتب اليونانية القديمة مثل : كتاب هندسة أقليدس ــ مخروطات أبولونيوس ــ كرويات ثيوذوسيوس ــ كتاب منالاوس فى الكرة .

وألف كتابا على غرار « كتاب شـكل القطاع للطوسى » أدخل فيه بعض براهين مبتكرة لبعض النظريات التى تتعـلق بالمثلث الكروى القائم الزاوية وله مؤلفات فى الفلك منها :

ــ كتاب النجـوم .

ــ كتاب الأحـكام على قرانات الكـواكب فى البروج الاثنى عشر .

ــ كتاب الجامع الصغير فى أحكام النجوم .

ــ كتاب تسطيح الأسطرلابات .

ــ كتاب تاج الأزياج وغنية المحتاج .

نال محى الدين المغربى شـهرة مرموقة فى كتابـه تاج

الأزياج وغنية المحتاج السابق ذكره الذى جمع فيه معلوماته الفلكية والجغرافية ورتبها ترتيبا تاريخيا فريدا لذا صار كتابه هذا من أهم المصـادر للباحثين وطلاب العلم فى علمى الفلك والجغرافيا عبر العصور •

كان محى الدين المغربى دقيقا فى أعماله ، لذا رأى أنه من الضرورى التحقق من النظريات الفلكية التى ورثها من علماء اليونان وعلماء الهنود وعلماء العرب والمسلمين فهذا قاده الى تطوير الأسطرلاب الاسلامى الذى كان من أهم وسائل الرصد آنذاك فكتب كتابا فى هذا الموضوع سماه كتاب تسطيح الأسطرلاب السابق ذكره •

ويعد محى الدين المغربى من كبار علماء العرب والمسلمين فى علم الفلك فمؤلفاته ومقالاته النفيسة تشفع له وتضعه فى صف الخالدين فى تاريخ العلوم وأهمها : أربع مقالات فى النجوم ، وعمدة الحساب وغنية الطالب وكتاب المدخل المفيد فى حكم المواليد ومقدسات تتعلق بحركات الكواكب وغيرها •

لقد عنى محى الدين المغربى مع لفيف من علماء الفلك فى مرصد مراغة تحت اشراف نصير الدين الطوسى ، فكان محى الدين المغربى له الريادة على الجميع •

***

الحســـن المــراكشى :

هو « على الحسن بن على بن عمر المراكشى » من علمــاء المغرب الذين ظهروا فى مراكش فى منتصف القرن الثالث عشر للميلاد واشتهروا فى الفلك والرياضيات والجغرافيــا وعمــل الساعات الشمسية •

له « رسالة تلخيص العمل فى رؤية الهلال » وكتاب جامع المبادىء والغايات فى علم الميقات ويشتمل على أربعة فنون : الأول فى الحساب والثانى فى وضع الآلات والثالث فى العمــل بالآلات والرابع فى مطارحات يحصــل بها الدراية والقوة على الاســتنباط •

ويظهــر من كتابــه هـــذا انه يعتمــد على مؤلفــات « الخــوارزمى » و « البتــانى » و « الفرغــانى » و « أبى الوفــاء » و « ابن ســينا » و « الزرقانى » و « جــابر بن الأفلح » فى الفلك والرياضيات • ووضــع المراكشى فى هــذا الكتاب تفصيلات عن أكثر من ٢٤٠ نجما لسنة ٦٢٢ هـ وفيه أيضا حلول لبعض المسائل الفلكية (بطريق الرسم والتخطيط)•

ويقول « سارطون » ان كتاب الجامع من أحسن الكتب وفيه مجموعة نفيسة فى المثلثات والساعات الشمسية المتنوعة •

ويقول « سيديو » أيضا ان كتاب أبو الحسن (المهندس الفلكى) بأوله استعمال الخطوط الدالة على الساعات المتساوية فان اليونان لم يستعملوها قط وقد فصل صناعة الخطوط الدالة على الساعات الزمنية المسماه أيضا بالساعات القديمة والمتفاضلة واليهودية واستعمل خواص القطوع المخروطية فى وصف أقواس البروج الفلكية وحسب خطوط المعادلة ومحاور تلك المنحنيات لمعرفة عرض محل الشمس وانحرافها وارتفاع الربع الميقاتى .

درس الحسن المراكشى عن كتب بعض الأجهزة التى لها علاقة فى رصد الكواكب ومن أهمها عمل الساعات الشمسية والأسطرلاب ، كتاب « جامع المبادىء والغايات فى علم الميقات » والجدير بالذكر أن المستشرق « كارادى فو » قام بترجمة الجزء الخاص بالأسطرلاب ونشره وصار متداولا بالمعمورة .

أولى الحسن المراكشى عناية خاصة لعلم الهندسة ، فقد عرض كيفية استعمال القطوع المخروطية فى وصف أقواس البروج الفلكية ، كما أعطى دراسة متكاملة عن هذا الفن .

ويعتبر كتاب « جامع المبادىء أو الغايات فى علم الميقات » موسوعة فى علمى الفلك والجغرافيا وله أيضا رسالة لتلخيص العمل فى رؤية الهلال .

وخلاصة القول أن للحسن المراكشى باعا طويلا فى مجال رصد الكواكب ويتضح ذلك جليا من المعلومات المفصلة التى أوردها عن ٢٤٠ نجم فى كتابه « جامع المبادىء والغايات فى علم الميقـات » .

***

قطب الدين الشـيرازى :

هو « قطب الدين محمود بن مسعود بن مصلح الشيرازى » ولد فى شيراز سنة ٦٣٤ هـ ـ ١٢٣٦ م ونشأ ودرس فيها وساح كثيرا فذهب الى « خراسـان » و « العـراق » و « فارس » وأكثر بلاد آسيا الصغرى .

وعين قاضيا فى احدى مدن « فارس » ثم دخل فى خدمة ملوكها وقد أرسله أحدهم فى بعثة الى المنصـور « سيف الدين قلاوون » لعقد معاهدة سـلام بين الطرفين وقد مكث بعض الوقت فى مصر ورجع أخيرا الى « تبريز » حيث كانت وفـاته فيها سنة ٧١٠ هـ ـ ١٣١١ م .

له مؤلفات عديدة وضـع أكثرها باللغـة العربيـة ولعل أهمها كتابه « نهاية الادراك فى دراية الأفلاك » رتبه على أربع مقالات الأولى : فى المقدمة والثانيـة : فى هيئـة الأجرام . والثالثة : فى هيئة الأرض والرابعة : فى مقادير الأجرام وعلى

الرغم من اعتماد قطب الدين فى مقالاته على بحوث ومؤلفات كل من « البيرونى » و « الطوسى » و « ابن الهيثم » و « الخرقى » الى أن الكتاب يحتوى على موضوعات جديدة فى الفلك والأرض والبحار والفصول والظواهر الجوية والميكانيكا والبصريات وقد شرح فى كتابه هذا ظاهرة قوس قزح شرحا وافيا هو الأول من نوعه فبين ان ظاهرة القوس هذه تحدث من وقوع أشعة الشمس على قطيرات الماء الصغيرة الموجودة فى الجو عند سقوط الأمطار وحينئذ تعانى الأشعة انعكاسا داخليا ، وبعد ذلك تخرج الأشعة الى عين الرائى •

ويقول « سارطون » أن « قطب الدين » كان عاملا أساسيا فى تعريف الناس ببصريات « ابن الهيثم » وذلك لأن « كمال الدين الفارسى » من تلاميذ « قطب الدين » قد عمل شرحا لكتاب « المناظر لابن الهيثم » أسماه « تنقيح المناظر » وفيه أدخل بحوث أستاذه « قطب الدين » فى تعليل ظاهرة قوس قزح « ولقطب الدين » مؤلفات أخرى فى علم الفلك نذكر منها على سبيل المثال :

- كتاب التحفة الشاهية فى الهيئة •
- كتاب التبصرة فى الهيئة •
- كتاب شرح التذكرة النصيرية فى الهيئة •

***

أبـــو الفـــدا :

هو اســماعيل أبو الفدا (١٢٧٣ ــ ١٣١٣ م) الأمـير السـورى المولود بمدينـة دمشق من نسب يتصـل بوالد صلاح الدين أحد عباقرة الجغرافيين العرب فى مدرسة المـأمون العلمية بمدينة بغداد كتب موسـوعة فى الجغرافيا جمع فيها أعمال من سبقوه كما ضمنها طرقا جديدة لتعيين خطوط عرض وطول الأماكن كان مؤرخا وفلكيا ولمـا له من أفضـال على تقدم العلوم الفلكية تم اطلاق اسمه على احدى مناطق السطح غير المرئى من القمر ٠

***

ابن البنـاء المراكشى :

هو « أبو العباس أحمد بن محمد بن عثمان الأزدى » وكنى « بابن البناء » لأن أبوه كان « بناء » كمـا اشتهر بلقب المراكشى لأنه ولد فى مراكش سنة ٦٥٤ هـ ــ ١٢٥٦ م ودرس فيها العلوم الرياضـية وقد نبغ على يديه علمـاء كثيرون ، لمعوا فى ميادين العلوم وكان أحدهم أستاذ للمؤرخ الشـهير « ابن خلدون » وتوفى فيها سنة ٧٢١ هـ ــ ١٣٢١ م ٠

نبغ فى الرياضيات والفلك وله فيها مؤلفات قيمـة ورسائل

نفيسة تجعله فى عداد الخالدين المقدمين فى تاريخ تقدم العلم •

ونذكر هنا بعض من مؤلفاته فى علم الفلك حيث له فيه مؤلفات وأزياج عديدة منها •

ـ كتاب اليسارة فى تقويم الكواكب السيارة •

ـ كتاب تحديد القبلة •

ـ كتاب القانون لترحيل الشمس والقمر فى المنازل ومعرفة أوقات الليل والنهار •

ـ كتاب الأسطرلاب واستعماله •

ويقول « ابن خلدون » أن « ابن البناء » اعتمد فى هذا الكتاب على أزياج « ابن اسحاق » وأرصاد لفلكى كان يسكن صقلية وقد وفق ابن البناء فيه اذ استطاع وضع بحوثه فى قالب حبب اليه الناس فى المغرب ورغبهم فيه وجعلهم يتهافتون عليه ويسيرون بموجبه فى بحوثهم الفلكية وعمل الأزياج • وله أيضا فى هذا المجال :

ـ كتاب مدخل النجوم وطبائع الحروف •

ـ كتاب أحكام النجوم •

ـ كتاب المناخ ويقول « قدرى حافظ طوفان » أن كلمة

مأخوذة من كلمة المنهاج وهو عنوان لرسالة ألفها « ابن البناء » فى الجداول الفلكية وكيفية عملها .

***

اللجائى الفاسى :

هو « أبو زيد عبد الرحمن بن أبى الربيع اللجائى الفاسى » وتوفى سنة ٧٧٣ هـ ــ ١٣٧١ م اشتغل بالفلك والرياضيات والهندسة والحساب أخذ عن « ابن البناء المراكشى » .

كان اللجائى آية فى فنونه ومن بعض أعماله أنه اخترع أسطرلابا ملصوقا فى جدار والماء يدير شبكته على الصحيفة فبانى الناظر فينظر الى ارتفاع الشمس كم وكم مضى من النهار وكذلك ينظر ارتفاع الكواكب بالليل .

***

ابن المجدى :

هو « أبو العباس شهاب الدين أحمد بن رجب بن طيبغا المجدى » المعروف بابن المجدى نسبه لجده .

ولد فى القاهرة سنة ٧٦٧ هـ ــ ١٣٦٦ م ونشأ بها وتوفى فيها سنة ٨٥٠ هـ ــ ١٤٤٧ م ، أخذ الميقات ومتعلقاته عن الجمال

المـاردانى وأشير الى ابن المجدى بالتقدم قديما وصار رأس الناس فى أنواع الحســاب والهندســة والفــلك وعلم الوقت بلا منــازع .

له مؤلفات عديدة فى الفلك والتقويم منها .

ـــ « ارشاد الحــائر فى العمــل بربع الدائر » فى علم الفــلك .

ـــ رسالة فى العمل بالربع المرسوم بالمقنطرات .

ـــ « الدار اليتيم فى صناعــة التقــويم » وهو نفيس فى بابه .

ـــ كشف الحقائق فى حساب الدرج والدقائق .

ـــ المنهل العذب الزلال فى معرفة حساب الهلال .

ـــ خلاصة الأقوال فى معرفة الوقت ورؤية الهلال .

وبعض مؤلفــاته موجــودة فى مكتبـــات « لنــدن » و « آكسفورد » وبعضها فى دار الكتب المصرية بالقاهرة .

فأبو العباس شهاب الدين المجدى عالم بالفلك والرياضيات والفرائض وترعرع وتعلم فى مصر ونال شهرة مرموقة بذكائه المفرط ونظرياته فى علم الفلك التى بقيت تتناقلها الأجيال ونال أيضا شهرة نادرة فى عمل الجداول الرياضية التى تستند على

الرصد الدقيق قام بها فى بلاده مصر ، فمن نتاجه فى هـذا العلم كشف الحقـائق فى حساب الدرج والدقـائق والمنهل العذب الزلال فى معرفة حساب الهلال .

وعرف شـهاب الدين المجـدى بنتاجه المثمر فى العـلوم التطبيقية والحساب والهندسة والفرائض وعلم الهيئة وله صولة وجولة فى علم الميقات .

ورسالة العمل بالربع المرسوم بالمقنطرات تحتوى على عشرة فصول منها الفصل الأول معرفة أخذ الارتفاع والفصل الثانى فى معرفة موضع الشمس والفصل الثالث فى معرفة الميل وعرض البلد .. والفصل الثامن فى معرفة سمت القبلة والفصل التاسع فى معرفة المطـالع الفلكيـة ومطالع الوقت ويتضمن أسـماء البروج والفصل العاشر فى معرفة العمل بالكواكب .

***

اولـغ بـك :

هو « أولغ بك بن شاه روخ بن تيمور » نشأ فى القرن الخامس عشر للميلاد ولد فى « سلطانية » عام (٧٩٦ هـ — ١٣٩٣ م) . وتوفى فى عام ٨٥٣ هـ .

أنشأ « أولغ بك » بسـمرقند مدرسـة عالية فيها حمام مزخرف بالفسيفساء البديعة وعهد فى ادارتها الى « قاضى زاده

رومى » وبنى مرصـدا زوده بجميع الآلات المعروفة فى زمانه وقد زين احـدى دوائره بنقوش تمثـل الأجرام السـماوية المتعدد ، جاءت غاية فى الاتقـان والابداع . فأمه الناس من مختلف الجهـات للتفرج عليه وكان فى نظرهم احدى عجـائب الدنيا وامتاز هذا المرصد بآلاته الكبيرة وهى من الدقة على جـانب عظيم وفيهـا ربع الدائرة التى استعملت لتعيين قطب ارتفاع النقطة الموجود عليها المرصد .

واستطاع « أولغ بك » فى أثناء عمله مع كبار الفلكيين ــ استنباط آلات جديدة قوية تعينهم فى بحوثهم المشتركة .

وقد بدىء فى الأرصاد عام ٨٢٧ هـ وفرغ منها عام ٨٣٩ هـ واستخدم هذه الأرصاد فى عمل « زيجة السلطانى » الجديد وهو الذى بقى معمولا به ومعترفا بقيمته بين الفلكيين فى الشرق والغرب عدة قرون .

ويحتوى الزيج السلطانى على أربع مقالات :

الأولى ــ فى حساب التوقيعات على اختلافها والتواريخ الزمنية وهى مقدمة وخمسـة أبواب وقد أبان فى المقدمـة ، الباعث على وضع الزيج ، كما أشاد بفضل الذين عاونوه .

الثانية ــ فى معرفة الأوقات والمطـالع فى كل وقت وهى اثنان وعشرين بابا .

الثالثة — فى معرفة سير الكواكب ومواضعها وهى ثلاثة عشر بابا .

الرابعة — فى مواقع النجوم الثابتـة .

ويعتبر هذا الزيج من أحسن الأزياج وأرقاها .

ويقول « سيديو » عن أعمال « أولغ بك » الفلكيـة : كانت ضرورية للأعمال الفلكية المـأثورة عن العرب .

ولم يقتصر اهتمـام « أولغ بك » على الفلك والرصـد والرياضيات بل تبين لنا من سيرته ، انه كان فقيها انكب على دراسة القرآن الكريم وحفظه وجوده بالقراءات السبع .

تميز زيج أولغ بك على غيره من الزيجات لانه أقربهـا الى الصحة فالجداول الرياضية التى ضمنها أولغ بك زيجـه تعتبر بحق دقيقة للغاية حيث بقى زيجه مرجعا هاما ومعمولا به الى وقت قريب جدا .

يكفى الأمة العربية والاسلامية فخرا واعتزازا أن سلطانا كأولغ بك كان من قادة الفكر فى علم الفلك ، فلم تؤثر عليـه مكانته والتزماته الاجتماعية ، بل على العكس كان يعمل ليلا ونهارا مع أستاذه قاضى زاده لاكمال زيجـه المعروف أخـيرا بزيج أولغ بك .

***

غيـاث الديـن الكـاشى :

هو « غياث الدين جمشيد بن مسعود بن محمود الكاشى » ولد « الكاشى » فى القرن الخامس عشر فى مدينة « كاشان » وكان يقيم فيها مدة ثم ينتقل الى محل آخر ولقد توجـه الى « سمرقند » بدعوة من « أولغ بك » وفيها أى « سمرقند » ـ ألف أكثر مؤلفاته التى كانت سببا فى تعريف الناس به .

« والكاشى » من الذين لهم فضـل كبير فى مسـاعدة « أولغ بك » فى اثارة همته للعناية بالرياضيات والفلك .

اشتهر الكاشى فى الفلك وقد رصـد الكسـوفات التى حصلت سنة ٨٠٩ هـ و ٨١٠ هـ و ٨١١ هـ . وله فى ذلك مؤلفات بعضها باللغة الفارسية ، منها :

ـ كتاب زيج الخاقانى فى تكميل الأبلخـانى ـ وكان القصد من وضعه تصحيح « زيج الأبلخانى للطوسى » وفى هذا الزيج ـ الخاقانى ـ دقق فى جـداول النجوم التى وضعهـا الراصدون فى مراغة وتحت اشراف « الطوسى » .

ولم يقف « غياث الدين » عند حد التدقيق بل زاد على ذلك من البراهين الرياضية والأدلة الفلكية مما لا نجده فى الأزياج التى عملت قبله وقد أهداه الى « أولغ بك » .

ومن مؤلفاته التى وضعها باللغــة العربيــة فى علم الفلك نذكر منها :

— « كتاب نزهة الحدائق » وهذا الكتــاب يبحث فى استعمال الآلة المسماه « طبق المناطق » وقد صنعهــا لمرصد « سمرقند » ويقال انه بواســطة هذه الآلة يمكن الحصول على تقويم الكواكب وعرضها وكذلك يعدها مع الخسوف والكسوف وما يتعلق بهما •

— « رسالة السماء » وهــذه الرســالة تبحث فى بعض المسائل المختلف عليها فيما يتعلق بابعــاد الأجرام • « وللكاشى » كذلك « زيج التسهيلات » •

***

بهــاء الديــن العــاملى :

هو « بهاء الدين محمد بن حسين بن عبد الصمد الحارثى العاملى » ولد سنة ٩٥٣ هـ — ١٥٤٧ م أخذ العلم عن كبــار علماء زمانه فى بلاد العجم وتوفى رحمه الله فى أصفهان ســنة ١٠٣١ هـ — ١٦٢٢ م ودفن فى « طوس » ولعل أكثر ما امتــاز به « العاملى » رغبته الشــديدة فى السياحة وزيارة الأقطــار المختلفة وقد بقى فى سياحاته ثلاثين سنة زار خلالها « مصر »

و « الجزيرة العربية » و « سوريا » و « الحجاز » حيث أدى فريضة الحج وبعد ذلك عـاد الى أصفهان .

واشتهر بما تركه من الآثار فى علم الفلك وبقيت مؤلفاتـه زمنا طويلا يستقى منها طلاب المدارس والجامعات ومن أشهر مؤلفاته :

— رسـالة الهـلالية .

— كتـاب تشريح الأفـلاك .

— الرسـالة الأسطرلابيـة .

***

الرودانـــى :

هو العلامة الفيلسـوف « شـمس الدين أبو عبد الله محمد بن محمد بن سليمان الفاسى الرودانى » الفلكى البـارع ولد ببلدة « تارودانت » عام ١٠٣٧ هـ — ١٦٢٧ م ونشأ فيها .

وحينما بلغ سن الرشد خرج الى درعه وقرأ العلم فيهـا ثم رحل الى « سجلما » و « مراكش » فأتقن طرفا من عـلم الحكمة والهيئة والمنطق وسار الى الجزائـر وحج وجـاور « بالمدينة » وأخذ من علماء « مصر » و « الشام » وتوفى بالشام عام ١٠٩٤ هـ — ١٦٨٣ م .

كان ماهرا فى كثير من الحرف والصنائع وابتدع آلة نافعة فى علم التوقيت لم يسبقه أحد اليها وهى كرة مستديرة الشكل مصقولة مدهونة بالبياض المموه بدهن الكتان ، يحسبها الناظر بيضة من عسجد لاشراقها مسطرة كلها دوائر ورسوما ، وقد ركبت عليها كرة أخرى منقسمة نصفين فيها تخاريم وتجاويف لدوائر البروج وغيرها مستديرة كالتى تحتها مصقولة مصبوغة بلون أخضر فيكون لها ولما يبدو من التى تحتها منظر رائق .

وهى تغنى عن كل آلة فى فن التوقيت والهيئة مع سهولتها لكون الأشياء فيها محسوسة ، والدوائر المتوهمة مشاهدة وتصلح لسائر البلاد على اختلاف عروضها وأطوالها ، وقد وضع رسالة تبين كيفية صنعها واستعمالها . وللروداني مؤلفات قيمة فى علم الفلك أهمها :

— « بهجة الطلاب فى الأسطرلاب » .

— « تحفة أولى الألباب فى العمل بالأسطرلاب » .

اعتنى أبو عبد الله الروداني برصد الكواكب ، مما دفع به لمزاولة مهنة صنع آلات الرصد والتوقيت ، كذلك صنف مؤلفات فى صنع الأسطرلاب سماه « بهج الطلاب فى الأسطرلاب » .

كما كتب الروداني في كتاب « تحفة أولى الألباب في العمل بالأسطرلاب » الذي بقى زمنا طويلا يستعمل لقياس مواضع الكواكب وتحديد سيرها وكذلك لمراقبة حالة الجو وشئون الملاحة وقد جمع في هذا الكتاب آراء العلماء الأوائل في حقل علم الفلك • حيث صار من أهم المراجع للباحثين ليس فقط لمن يريد أن يعرف كيف يستخدم الأسطرلاب ولكن أيضا لمن يريد أن يطلع على طريقة صناعة الأسطرلاب •

ويعتبر الروداني المكي عالم فلكي من الطراز الأول وصاحب صنعة يدوية ، فعندما اتجه الى البحث والتنقيب والاستقصاء في علم الفلك ، رأى أن يكون صانعا ، ماهرا لأجهزة الرصد ، حيث أن آلات الرصد مثل الأسطرلاب تحتاج دائما الى تحسين •

***

الخوارزمي :

أبدع الخوارزمي في الفلك وأتى على بحوث مبتكرة فيه ، وفي المثلثات • فقد اصطنع زيجان أي جداول فلكية — سماه « السندهند » الصغير • جمع فيه بين مذاهب الهند والفرس ، وجعل أساسه على السندهند في التعديل الميل ، فجعل تعاديله على مذاهب الفرس وجعل ميل الشمس فيه على مذهب « بطليموس » •

وليس المهم انه أبدع فى الفلك وتوفق فى الأزياج ، بل المهم أن زيجه هذا كان له الأثر الكبير فى الأزياج الأخرى التى عملها العرب فيما بعد اذ استعانوا به واعتمدوا عليه وأخذوا منه ومازال نافعا عند أهل العناية بالتعديل الى زماننا هذا •

وله مؤلفات أخرى منها :

— كتاب « زيج الخـوارزمى » •

— كتاب « تقويم البلدان » شرح فيه آراء بطليموس •

— كتاب « جمع بين الحساب والهندسـة والموسـيقى والفلك » ويقول عنه « سارطون » : انه كتاب يشتمل على خلاصة دراساته لا على ابتكاراته وعلى كل حال « فالخوارزمى » من أكبر علمـاء العرب ويعتبر من العلماء العالميين الذين تركوا مآثر جليلة فى العـلوم الرياضية والفلكية •

***

المـــروزى :

ظهر فى عصر المـأمون ويقول ابن النديم انه جـاوز سن المـائة ، وقضى معظم أوقاتـه فى المطالعـة والبحث فى كتـب الأقـدميين فى مختلف الفروع وهو من الذين كتبوا كثـيرا فى الفلك وآلات الرصد • وله عدة مؤلفات فى الفلك منها :

— ثلاثة أزياج أولها المؤلف على مذهب « السندهند » خالف فيه « الفزارى » و « الخوارزمى » فى عامة الأعمال واستعماله لحركة اقبال البروج وادباره على رأى « تاون الاسكندرانى » واتضح له بها مواضع الكواكب فى الطول .

— وثانيها — « الزيج الممتحن » وهو أشهر ما ألفه بعد أن رجع الى معاناة الرصد ، وضمنه حركات الكواكب على ما يوجبه الامتحان فى زمانه .

— وثالثهما — « الزيج الصغير » المعروف بالشاه وله أيضا بعض المؤلفات فى الفلك .

***

العباسى :

هو العباسى بن سعيد الجوهرى ظهر حوالى ٨٣٠ م وكان من أوائل الذين رصدوا فى الاسلام ، وكان خبيرا بصناعة التسيير وحساب الفلك ومن الذين ندبهم « المأمون » للرصد بمرصد الشماسية فى « بغداد » وكذلك أجرى بعض الأرصاد فى دمشق .

ألف فى مواضع بعض الكواكب السيارة وكذلك التبرين زيجا مشهورا •

***

الكـــوهى :

هو « أبو ســهل ويحين بن رســتم الكـوهى » كان « الكوهى » فاضلا كاملا عالمـا بالهيئة اشتهر بصناعة الآلات الرصدية واجراء الأرصاد الدقيقة •

وقد عهد اليه « شرف الدولة » بالرصد فى المرصد الذى بناه فى بستان داره مجهزا بمختلف الآلات وقد رصــد الكوهى الكواكب السبعة فى مسيرها وتنقلها فى بروجها •

وللكوهى مؤلفات قيمة فى علم الفلك منها :

ـــ كتاب مراكــز الأكــر •

ـــ كتاب صنعة الأسطرلاب •

ومن الطريف ما يروى عن الكوهى أنه كان يكتب محضرا فى أعمال الرصد التى أجراها فى المرصــد المذكور بحضــور علماء الدولة وحكمائها وقضاتها الذين كانوا يشهدون الرصــد ويوقعون محضره • وكان يذكر تاريخ كتابة المحضر بالتقــاويم المختلفة فمثلا فى أحد محــاضره يقول يوم السبت ٢ من صفر

سنة ٨٣٧ هـ وهو اليوم السادس عشر من حزيران سنة ١٢٩٩ م للاسكندر و « روزانيران » من « ماه خرداد » سنة ٣٥٧ هـ ليزدجرد ويذكر فى المحضر أيضـا ما توصـل اليه من نتـائج فيقول : ان الأرصاد أدت الى أن يكون بعد سمت الرأس من مدار رأس السرطان ٥٠ دقيقة و ٧ درجة وأن يكون الميل الأعظم الذى هو غاية بعد منطقـة فلك البروج عن دائرة معدل النهار ثلاثة وعشرين درجة واحدى وخمسين دقيقة وثانية وأن يكون عرض الموضـع الذى وقع الرصد فيه كذا وكذا .. وذلك هو ارتفاع قطب معدل النهار عن أفق هذا الموضع .

تفوق الكوهى فى صناعـة معظم الآلات الرصـدية التى استعملها فى مرصده فى بغداد ويتضح ذلك فى كتابه « صنعـة الأسـطرلاب بالبراهين » لذا فقد كان الكوهى من العلمـاء البارزين فى علم الفلك فى الحضارة العربية الاسلامية .

حقق الكوهى نتاجا عظيما فى علم الفلك لم يتسن لأحد تحقيقه من قبل وذلك لأنه عاش فى حقبة من الزمن سادها الرخاء الاقتصادى وشبه الاستقرار السياسى وكثرت فيها المكتبـات والمجـاميع العلميـة ، لذا نجد أن الكوهى أمضى جل وقتـه فى الرصد الذى حصل منه على نتائج دقيقة للغاية صارت معمولا بها عبر التاريخ .

لقد برز الكوهى ليس فقط فى علم الفلك ولكن كذلك فى علم الرياضيات وغيرها من العلوم الأخرى ، وكانت هذه الظاهرة بارزة فى جميع علماء العرب والمسلمين آنذاك فالكوهى كان من المتخصصين فى علم الفلك وفى نفس الوقت كان له المـام جيد بالعلوم الأخرى يصـل به الى درجة الاختصاص كذلك .

***

الصاغـــاتى :

هو أبو حامد أحمد بن محمد الصاغاتى . اشتهر الصاغاتى فى صناعة الأسطرلاب والآلات الرصـدية واتقانها كما اشتهر فى الهندسة والفلك ، وهو من الذين عهد اليهم فى الرصـد بمرصد « شرف الدولة بن عضد الدولة » وتوفى فى بغداد حـوالى سـنة ٩٨٩ م .

***

المجـــريطى :

هو « أبو القاسـم مسلمة بن أحمد المرجيطـا المعروف بالمجريطى » ولد فى « مدريد » بالأندلس وكان ذلك فى منتصف القرن العاشر للميلاد وتوفى فى أوائل القرن الحادى عشر .

كان على دراية قيمة بعلم الأفلاك وكانت له عناية لأرصاد الكواكب وشغف بفهم كتاب بطليموس المعروف بالمجسطى ٠

يقول « سميث » أنه ألف فى الهندســة وأجاد فى الفــلك وعنى « بزيج الخوارزمى » وصرف تاريخــه الفــارسى الى العربى ٠ ووضع أوساط الكواكب لأول تاريخ الهجرة وزاد فيه جداول حسنة ٠

وله رسالة فى « الأسطرلاب » وكتاب « فى غاية الحكيم » فيه بحوثا مقتضية فى علم الفلك وله أيضــا كتاب اختصر فيه تعديل الكواكب من « زيج البتانى » ٠

حقق المجريطى الجداول الفلكية لمحمد بن موسى الخوارزمى وحرر زيج الخوارزمى وغير تاريخــه الفــارسى الى التاريخ الهجرى ، كما اختصر المجريطى جداول البتانى الفلكية ونقلهــا الى الأندلس ، حيث بقيت من أهم مصادر المعرفة هناك ٠

ويعتبر أبا القاسم المجريطى من ألمع علمــاء الأندلس فى الفــلك والرياضــيات ولقب بامام الرياضيين فى الأندلس لأنه هو أول من بدأ النهضــة الرياضية والفلكيــة فى المغرب العربى الاســلامى ٠

أدخل المجريطى بعض التعديلات الجوهرية على الخريطة

الفلكيـة لبطليموس اليونـانى ، ونجح فى تطور علم الفـلك والكيمياء نجاحا باهرا ، مما دفع علمـاء الغرب الى ترجمـة معظم مؤلفاته .

***

ابـن الشـاطر :

هو أبو الحسـن عـلاء الدين على ابراهيم بن محمـد الأنصارى المعروف بابن الشاطر لقبه علماء عصره بالعلامة .

عاش بين سنتى ٧٠٤ ، ٧٧٧ هـ (١٣٠٤ ، ١٣٧٥ ميلادية) وهو من مواليد دمشـق وقضى معظم حياته فى وظيفة التوقيت ورئاسة المؤذنين فى المسجد الأموى بدمشق . درس فى القاهرة والاسكندرية علمى الفلك والرياضيات ، ولكنه فرغ نفسـه لعلم الفلك فأبدع فيه حيث أن له ابتكارات فى صناعة الأسطرلاب وتصحيح المزولة الشمسية وألف زيجا قدم فيه نماذج فلكيـة قائمة على التجارب والمشاهدة والاستنتاج ولكن كوبرنيك ادعى هذه النماذج لنفسه ! يقول الدكتور ديفيد كنج فى مقـال نشر فى قاموس الشخصيات العلمية : أنه ثبت فى سنة ١٩٥٠ ميلادية أن كثيرا من النظريات الفلكيـة المنسوبة لكوبرنيك قد أخذها هذا الأخير من العالم المسلم ابن الشاطر ، وفى سنة ١٩٧٣ ميلادية

عثر على مخطوطات عربيـــة فى بولندا مسقط رأس كوبرنيـــك كان ينقل منها ويتمثل ذلك لنفسه •

وقد صنع ابن الشـــاطر آلة لضبط وقت الصـــلاة سماها البسيط • كما أنه قاس زاوية انحراف دائرة البروج فانتهى الى نتيجة عالية الدقة أكثر من القيمة التى حصـــل عليها البتانى فهى تختلف عن القيمـــة المضبوطة التى نعرفها اليوم فقط بمقدار ٨ر١٩ ثانية • وقد فهم الحركة داخل المجموعة الشمسية بصورة صحيحة حيث يقول فى أحد نصوصه « لذا الأرض والكواكب المتحـــيرة تدور حول الشـــمس بانتظـــام والقمر يدور حول الأرض » •

وهذا الاكتشاف نسب الى كوبرنيك والذى جاء بعد ابن الشاطر بعدة قرون • ثم جاء جاليليو الذى تشبع بفكرة ابن الشاطر فابتكر أول تلسكوب وأخذ يراقب حركة النجوم • ولابن الشـــاطر مؤلفات كثيرة تزيد عن الثـــلاثين كتابا مازال بعضها مفقودا ومن مؤلفاته :

١ ــ زيج نهاية الغايات فى الأعمال الفلكيات •

٢ ــ رسالة فى تعليق الأرصاد •

٣ ــ رسالة عن صنع الاسطرلاب •

٤ ــ الزيج الجديد •

***

سبط الماردينى :

هو محمد بن محمد بن أحمد الغزال الدمشقى ، المكنى ببدر الدين ويعرف باسم البسط الماردينى ، دمشقى الأصل ، نزح والده من دمشق الى القاهرة . ولد فى القاهرة عام ٨٢٦ هـ وتوفى بها سنة ٩٠٧ هـ .

يعتبر سبط من كبار علماء العرب والمسلمين فى علمى الفلك والرياضيات وألف فى كثير من فروع المعرفة مثل الفلك وللميقات والفرائض والفقه والجبر والمقابلة والهندسة وغيرها .

قضى سبط معظم حياته فى وظيفة التوقيت ورئاسة المؤذنين بجامع الأزهر الذى كان مدرسة لطلاب العلم آنذاك .

عمل سبط كتابا فى الميقات وسماه « جداول رسم المنحرفات على الحيطان » وكان هذا الكتاب يحتوى على معلومات فى غاية الدقة عن أوقات الصلوات الخمس والأعياد .

تفنن سبط فى علم الفلك وقد صنف فى هذا الميدان مصنفات كثيرة منها حاوى المختصرات فى العمل بربع المقنطرات ، ودقائق الحقائق فى حساب الدرج والدقائق ، والدر المنثور فى العمل بربع الدستور والرسالة الفتحية فى الأعمال الجدييبة ،

وكيفية القنوع فى العمل بالمربع المقطوع ورســالة العمل بالربع المغيب وغيرها .

وكتاب « كفاية القنوع فى العمل بالمربع المقطوع » يحتوى على خمسة عشر بابا منها كما يقول عبد الله الدفاع : البــاب الأول فى معرفة أخذ الارتفــاع والباب الثــانى فى معرفة درج الشمس والباب الثالث فى معرفة الميل والغاية والباب الثامن فى معرفــة الظل والباب الثــانى عشر فى معرفــة استخراج القبلة والجهات الأربع والباب الثالث عشر فى معرفة المطــالع الفلكيــة والباب الرابع عشر فى معرفة العمل بالكواكب والباب الخامس عشر فى معرفة المــاضى والباقى من الليل من جهــة الكواكب المعلومة المطــالع .

تمكن سبط من دراسة الهندسة لصلتها القوية بعلم الفلك وله فى ذلك اسهامات منها « لقط الجواهر فى تحديد الخطوط والدوائر ، وهدية السائل الى الربع للكامل » .

شرح سبط المردينى على مؤلفات علماء العرب والمســلمين فى مجال علمى الفلك والرياضيات مما يدل على مكانته ليس فقط العلمية ولكن التربوية أيضا .

***

صلاح الدين قاضى زاده :

هو موسى بن محمد بن القاضى محمود الرومى ، المعروف باسم صلاح الدين قاضى زاده يعتقد بعض مؤرخى العلوم أن قاضى زاده من أصل اغريقى وهذا سبب تسميته بالرومى .

ولد فى النصف الأخير من القرن الثامن الهجرى فى بروسة (بتركيا) وتوفى سنة ٨٤٠ هـ (١٤٣٦ ميلادية) ، تعلم فى خراسان واشتهر فى الرياضيات والفلك . اشتهر باحترامه للأساتذة وطلاب العلم وحفاظه على كرامتهم فمما روى عنه : أن أولغ بك قد عزل أحد المدرسين فى مدرسته فاحتج قاضى زاده على ذلك وانقطع عن التدريس والقاء المحاضرات فذهب اليه أولغ بك وسأله عن سبب انقطاعه فأجابه : كنا نظن أن مناصب التدريس من المناصب التى تحيطها هالة من التقديس لا يصيبها العزل وأنها فوق متناول الأشخاص ولولا أن رأينا أن المدرسين تحت رحمة أصحاب السلطة وأولى الأمر فوجدنا أن الكرامة تقضى علينا بالانقطاع احتجاجا على انتهاك حرمات العلم والعبث بقداسته ، فلم يسع أولغ بك الا الاعتذار واعادة المدرس المعزول ، وكان قاضى زادة مديرا للجامعة العلمية ومديرا للمرصد فى سمرقند وقد تعلم أولغ بك على يديه وعملا معا فى

الأرصاد الفلكية حيث ألفوا زيجا عرف بزيج أولغ بك ، كما
عكف على التأليف فى حقلى الرياضيات والفلك بحيث كانت
مصنفاته كثيرة . وقد خالف المنجمين مما جعلهم يتجرأون عليه
وقتلوه ولكنهم بالطبع لم يقضوا على علمه الذى انتشر وبقى
ليكون زادا للانسانية من بعده .

***

الباب الرابع

المراصد والازياج والآلات العربية

المراصد والازياج والآلات العربية

أن العرب أتقنوا صناعة الآلات الفلكية المستخدمة فى الأرصاد . أما الأجهزة التى لم يخترعوها فقاموا بتحسينها وأدخلوا عليها بعض الاضافات التى تزيد من دقة الأرصاد .

وهذا كان شأن العلماء العرب فى زمن كانت فيه أجهزة الرصد بسيطة وبدائية والعلم قليل والمعرفة محدودة ولكنهم بفضل الله تعالى نبغوا وتركوا وراءهم آثارا نفخر بها الآن لأننا لم نثمر مثلما أثمروا .

نسأل الله تعالى أن يعيد للاسلام عزه ومجده ويهدى علماءه ويبصرهم بالحق والأخذ بالعلم والمعرفة ويبعد عنهم الخمول والكسل .

اولا ــ المراصد :

لاشك أن العرب لم يصلوا بعلم الفلك الى ما وصلوا اليه الا بفضل المراصد وقد كانت هذه المراصد نادرة جدا قبل النهضة العلمية العباسية ، وقد يكون اليونان أول من

رصدوا الكواكب بآلات وقد يكون مرصد « الاسكندرية » الذى أنشىء فى القرن الثالث عشر قبل الميلاد هو أول مرصد كتب عنه .

وفى هذه المراصد أجرى المسلمون أرصادا كثيرة ووضعوا الازياج القيمة الدقيقة . واشتهرت أرصاد هذه المراصد بالدقة لست مبالغا اذا قلنا أن الغرب اعتمد على أرصاد هذه المراصد فى عصر النهضة وما بعده فى بحوثهم الفلكية واستخدموه أيضا فى عصر غزو الفضاء .

ـ المأمون : اكرم المأمون علماء الفلك فشيد لهم مرصدا عظيما فى أعلى مكان فى بغداد عند شماسية حيث كانت ترصد الكواكب وتراقب حركاتها مراقبة علمية دقيقة ووضع المأمون هذا المرصد تحت رئاسة واشراف « يحيى » وكانت تستخدم فيه مقاييس فى غاية الدقة تقابلها أخرى مثلها فى مرصد « جند يسابور » وامعانا فى الدقة كانت تراجع العمليات الحسابية كل ثلاثة أعوام فى مرصد جبل « قيسون » بالغرب من دمشق حيث كان يعمل فلكيوه معا فى وضع الجداول المسماه جداول المراجعة أو الجداول الميمونة وهذه فى الواقع عبارة عن مراجعة جديدة دقيقة لجداول بطليموس الفلكية .

ـ وبنى « بنو موسى » أيضا مرصدا فى « بغداد » على

طرف الجسر وفيه استخرجوا حساب العرض الأكبر من عروض القمـــر •

ـ وبنى « شرف الدولة » أيضـــا مرصدا فى بستان دار المملكة ويقال أن « الكوهى » رصد فيه الكواكب السبعة •

ـ أنشأ « الفاطميون » : على جبل المقطم مرصـــدا عرف باسم « المرصد الحاكمى » •

ـ أنشأ « بنو الأعلم » مرصـــدا عرف باسمهم ولعـــل مرصد « المراغة » الذى بناه « نصر الدين الطوسى » من أشهر المراصد وأكبرها وقد اشتهر بآلاته الدقيقة وتفوق المشتغلين فيه وقد قال الطوسى عنهم فى « الزيج الايلخـــانى » •• انى جمعت ببناء المراصد جماعة من الحكماء منهم « المؤيد العرضى » من دمشق و « الفخر المراغى » الذى كان بالموصل و « الفخر الخـــلاطى الذى كان بتفليس » و « نجـــم الدين بن دبيران القزوينى » وقد ابتدأ فى بنائه سنة ٦٥٧ هـ « بمراغة » •

وهناك عدا هذه المراصـــد : مراصـــد أخرى فى مختلف الأنحاء كمرصد « ابن الشاطر » بالشام ، ومرصد « الدينورى » بأصبهان ومرصد « الغ بك » بسمرقند ومرصد « البتـــانى » ومراصد غيرها خاصة وعمومية فى « مصر » و « الأندلس » و « أصبهـــان » •

***

ثانيا ـ الأزياج الفلكية :

لقد صنع الفلكي العربي المشهور « بابن الآدمي » جدولا يعرف باسم « عقد اللآلىء » وقد خدم شعبه خدمة جليلة وقد ذكر أنه في عام ١٥٦ هـ حضر الى الخليفة المنصور (٧٥٤ ــ ٧٧٥ م) رجل من الهند متضلع فى نوع الحساب الذى كان سائدا فى الهند وقتذاك ويعرف باسم « سندهند » وهو يتصل بحركات النجوم ومأخوذ عن كتاب « كارداجا » والذى يحمل اسم الملك « فيجار » فأمر الخليفة المنصور بترجمة هذا الكتاب الى العربية واعتمادا عليه يجب أن يؤلف آخر يعرف العرب « حركات الكواكب » وأسند هذه المهمة الى العالم محمد ابراهيم الفزازى الذى اعتمد على الكتاب الهندى اعتمادا كبيرا أما كتاب « سندهند » فمعناه فى اللغة الهندية « البقاء الخالد » وكأن هذا الكتاب مرجعا هاما لسائر علماء ذلك العصر حتى زمن الخليفة المأمون (٨١٣ ــ ٨٣٣ م) .

وقد أعيد هذا الكتاب من جديد على يد محمد بن موسى الخوارزمى وقد استعان عند وضعه بالجداول المختلفة التى كانت متداولة فى العالم الاسلامى وقد قدر الفلكيون الذين استخدموا طريقة كتاب « سندهند » هذا الكتاب حق قدره ونشروه فى أوسع الآفاق .

قد ذكر أن الفلكى الهندى الشهير (براهما جوبتا) والذى

ولد عام ٥٩٨ م فى رسالته المشهورة « سندهنتا » والتى وضعها وهو ابن ثلاثين عاما وقد عالج فيها النظـام الفلكى فذكر بها بعض قواعد الحساب والاشارات الخاصة بالأعداد التسعه ثم ذكر الصفر كعدد خاص .

وفى عام ٧٧٣ م وفد أيضا على الخليفة المنصور فى بغداد فلكى هندى يدعى « كنكاه » وكان معه كتابا يسمى « براهما جويناز سندهنتا » وقد نقل الى العربية تحت اسم « سندهند » وانصرف العلماء الى دراسته بنشاط وهمه كما لقى رواجـا عظيما بين القراء وآوخى بقيام دراسات فلكية مستقلة مبتكرة شجعها الخلفاء وناصروها .

لقد تناول الخوارزمى كتاب « السندهند » وصاغه صياغة جديدة مبسطة جعلته فى متناول القارىء كما اهتم بمســائل الميراث فى القرآن الكريم وعالجها علاجا سهلا مفهوما .

وفى المراصد وضع المسلمون أزياجا قيمة ودقيقة ومعنى كلمة « زيج » هى ما نسميه الآن جدول وهى تشابه فى الوقت الحالى جداول اللوغاريتمات وجـداول جيوب وجيوب تمـام وظلام وقواطع تمام الزاويا وفى هذه الأيام يقوم الغرب بعمل مثل هذه الازياج ويوزعونها على جميع مراصد العالم ، وعموما فالازياج هى فرع من فروع علم الفلك وهى صناعة حسابيـة تعتمد على القوانين العددية فيمـا يخص كل كوكب عن طريق

حركته ، وما أدى الى برهان الفلك فى وضعه من سرعة وبطء واستقامة ورجوع وغير ذلك • ويمكن استخدام الزيج فى معرفة مواضـع الكواكب فى أفلاكها لأى وقت فرضى من قبل حسبان حركاتها ، على تلك القوانين المستخرجة من كتب الفلك • ولهذه الصناعة قوانين فى معرفة الشهور والأيام والتواريخ الماضية وأصول متقررة فى معرفة الأوج والحضيض والميول وأصناف الحركات واستخراج بعضها من بعض ويصنعونها فى جـداول مرتبة تسهيلا على المتعلمين وحاليا فان « الحاسوب » قد حل كل هذه الازياج •

ومن اشهر الازياج « الجداول الفلكية » :

— زيج ابراهيم الفزارى •
— زيج الخـوارزمى •
— زيج البتـانى •
— أزياج المـأمون وابن السمح وابن الشـاطر وأبى البلخى والايلخانى وعبد الله المروزى البغداد والشامل لأبى الوفـاء والشـاهى للطـوسى وشـمس الدين وملكشاه والمقتبس لأبى العبـاسى أحمـد بن يونس ابن الكمـاد •
— زيـج السـنجوى •
— زيـج العـلائى •

— زيـج المصطلح فى كيفية التعليم والطريق الى وضع التقـديم •

— زيـج الهمـدانى •

— الزيج الكبير الحاكمى لابن يونس •

— زيـج الآفاق فى علم الأوفاق •

***

ثالثـا ــ الأجهزة الفلكيـة :

هواية صناعة الآلات عند العرب ظلت محصورة تقريبا فى عمل آلات الرصـد ومختلف الآلات الفلكية • وما جاءهم عن اليونان لم يغنهم شيئا لتحقيق أهـدافهم التى كانـوا يريدون تحقيقها ، فقد أدخلوا على هذه الآلات الكثير من الاصلاحات كما اخترعوا جديدا للرصد والقياس وقد بلغوا بها حد الكمال وأخذتها عنهم أوروبا وظلت تستخدمها حتى اختراع المنظـار البعيـد •

أن تتبـع تاريخ الآلات هو من أفضـل الطرق لفهـم التقـدم العـلمى ، فالآلة الواحـدة تمر بأطـوار متدرجـة ولا يخترعها انسان واحد فى وقت واحد ولا تظـل بعده على حالها مدى الزمن ولم تكن الوظيفة الرئيسية لهـذه الآلات قائمة فى تسجيل الأرصاد بل كان الغرض منها هو الوصول الى التفسير الرياضى للوقائع التى تكشف عنها الأرصاد •

وكان بكل مرصد من المراصد السابقة الآلة الخاصة التى يستخدمها الفلكى فى أخذ أرصاد السماء ، وهذه الآلات تختلف بحسب الغرض منها وقد وضـع « الخـازن » كتابا سـماه « الآلات العجيبة » اشتمل على كثير من آلات الرصـد ، كما ألف « غياث الدين جمشيد » رسالة فارسـية فى وصف بعض الآلات ، وأتى « تقى الدين الراصد » على ذكر الآلات التى اخترعها ونذكر منها هنا بعض الآلات التى اخترعهـا هو ونذكر منها هنا بعض الآلات الفلكية التى استخدمها العرب فى مختلف ميادين الفلك : والتى كانت من مخترعاتهم :

اللبنـــة :

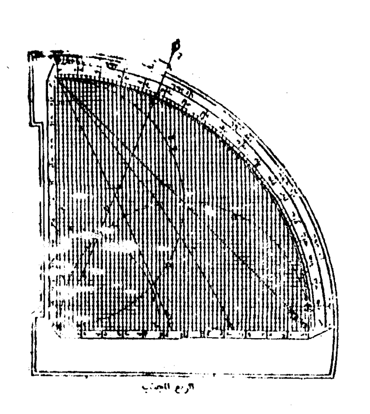
وهى جسم مربع مستو يستعلم به عن الميل الكلى وأبعاد الكواكب وعرض البلد .

الحلقة الاعتدالية :

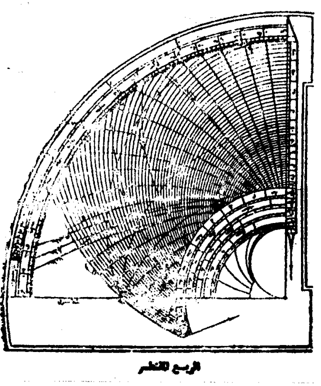
وهى حلقة تنصب فى سطح دائرة المعدل ليعلم بها التحول الاعتـدالى .

ذات الأوتـار :

وهى أربع اسطوانات مربعات تغنى عن الحلقة الاعتدالية ، على أنها يعلم بها تحويل الليل أيضا ويقول « تقى الدين » أن هذه الآلة من مخترعاته .



الربع المجيب



الربع المقنطر

شكل (رقم ١)

السمت المربع :

وزيادة فى الرغبة فى الحصول على قياس دقيق بدأ اختراع العرب آلات جديدة أخرى تقوم على نظريات جديدة وملاحظات جديدة وتجارب جديدة وهذا الجهاز هو المعروف باسم « السمت المربع » وقد كان موجودا فى مرصد « مراغة » وهو من أحسن وأدق الآلات وقد ركبه « جابر بن الأفلح » وهذا الجهاز هو الخطوة الأولى التى مهدت لظهور الجهاز الحديث المستخدم فى قياس المساحات والمعروفة باسم « ثيودنيت » .

ذات السدس :

وهى آلة بصرية ذات مقياس مدرج على شكل قوس دائرى طوله سدس محيط الدائرة تستعمل لقياس الأبعاد « ذات الزوايا » كما اخترع العرب « ذات الثمن » .

ذات الشعبتين :

وهى ثلاث مساطر على كرسى يعلم بها الارتفاع .

ذات السمت والارتفاع :

وهى نصف حلقة قطرها سطح من سطوح اسطوانة متوازية السطوح يعلم بها السمت وارتفاعها .

البنكام :

أو الساعة المائية وكان يستخدم فى تعيين الزمن . وهذه الآلة من مخترعات المسلمين .

ذات الجيب :

وهى مسطرتان منتظمتان انتظام ذات الشعبتين .

المشبهة بالناطق :

وهى كثيرة الفوائد فى معرفة ما بين الكوكبين من البعد وهى ثلاث مساطر : اثنتان منتظمتان انتظام ذات الشعبتين وهذه من مخترعات « تقى الدين الراصد » .

الربع المسطرى :

وذات الثقبتين . « والبنكام الرصدى » .

الارميلة :

تستعمل لقياس مواقع الأجرام السماوية بالنسبة لأى من دوائر الزوال أو الاستواء أو البروج .

زعم علماء الغرب أن آلة الاسطرلاب من مخترعات

« تيكوبراهى » المذكورة مع أن الاسطرلاب والربع ذا الثقب كانا موجودين قبله فى مرصد « المراغة » الذى أنشأه العرب وجاء فى كتب العرب أن « أبا اسحاق ابراهيم بن حبيب الغزارى » من فلكى المنصور هو أول من عمل أسطرلابا وأول من ألف فيه كتابا سماه « العمل بالاسطرلاب المسطح » ويقال أيضا أن « ما شاء الله » ألف أيضا كتابا فى ذلك وفى « ذات الحلق » •

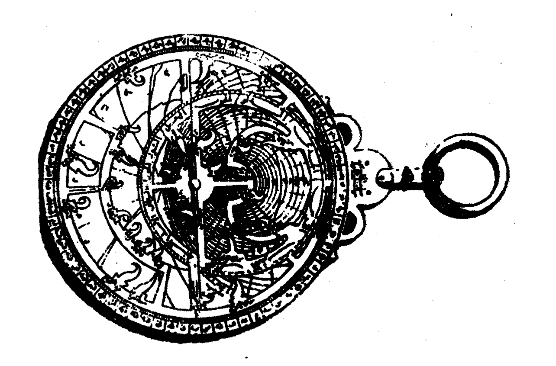
والاسطرلاب كلمة يونانية « الاسطرلابون » و « أسطر » هو النجوم و « الايون » هو المرآة وأطلقت هذه الكلمة « اسطرلاب » على عدة آلات فلكية تنحصر فى ثلاثة أنواع رئيسية بحسب ما اذا كانت مسقط الكرة السماوية على سطح مستو أو مسقط هذا المسقط على خط مستقيم أو الكرة بذاتها بدون مسقط ما •

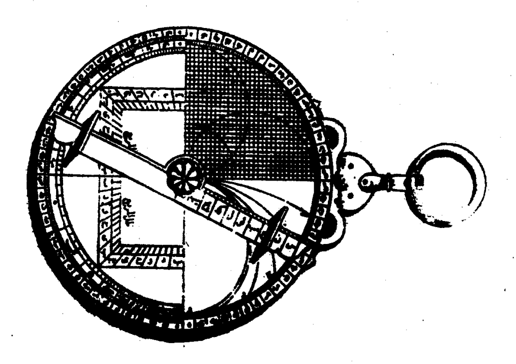
وكانت هذه الآلة التى أطلق عليها اليونان اسم « ماسك النجوم » أحب آلة توقيت عند العرب وكلمة الاسطرلاب قد تكون معربة من اليونانية كتعريب الفارسية بدليل أن علم الهيئة يسمى عندهم أسطرونوميا وصناعة أحكام النوم

آسطرولوجيا وعموما فالاسطرلاب هى آلة ذكرت صنعتها وكذلك العمل بها فى الكتب القديمة وقد تكون كلمة أسطرلاب هى كلمة اغريقية معناها « مرآة النجوم » أو « متتبع النجوم » قد ذكر حمزة الأصبهانى فى كتاب الموازنة أن الاسطرلاب لفظة فارسية قد عربت فانها « اشتارة باب » أى مدرك النجوم شكل (رقم ٢) •

وأنواع الاسطرلاب كثيرة منها : التام ــ والمسطح ــ والطومارى ــ والهلالى ــ والزورقى ــ والعقربى ــ والاسى ــ والقوس ــ والجنوبى ــ والشمالى ــ والكندى ــ والمنسطح ــ والمرطق ــ وحق القمر ــ والمغنى ــ والجامعة ــ وعصا الطوسى ــ الكرى ــ والعدسى ــ والبيضاوى •

ومنها أنواع الازياج : كالتام ــ والمجيب والمقنطرات شكل (رقم ١) ــ والآفاقى ــ ودائرة المعدل وذات الكرسى والزرقالة وذكر « ابن الشاطر » أنه اخترع آلة تفوق كثير من آلات الرصد سماها « الربع التام » •





شــكل (رقم ٢)

الاسطرلاب أعلى الوجة الاول ، اسفل الوجه الاخر

وهناك الاسطرلاب الكرى : وهو يمثل الحركة اليومية للكرة بالنسبة الأفق مكان معلوم • دون التجاء الى المسقط فهو اذن صالح لقياس ارتفاعات الكواكب عن الأفق وتعيين الزمن ، وحل طائفة من مسائل علم الفلك الكرى •

أحسن الاسطرلاب هو الاسطرلاب الكرى وكان الاسطرلاب أكثر تداولا بين العرب من القطوع المخروطية وكان الاسطرلاب يؤدى أجل الخدمات التى تؤديها اليوم لنا ساعة الجيب أو اليد فبواسطتها يستطيع المسلم تحديد أوقات النهار ومواعيد الصلاة واتاه القبلة كذلك كان من المستطاع بواسطة هذا الجهاز اجراء الحسابات الفلكية •

وبينما لم يستخدم اليونان الاسطرلاب الا فى استعمالين أو أكثر قليلا اذ بنا نجد فى كتاب الخوارزمى حول الاسطرلابات ذكر ثلاثة وأربعين نوعا وبعد ذلك بزمن قصير نجد مؤلفا آخر يذكر ما يقرب من ألف ويصفها وصفا دقيقا • وقد طور العرب الاسطرلاب وهذبوه كما استعملوه فى مختلف الاغراض• والشيء الجدير بالذكر أنه يندر أن نجد فلكيا مسلما لم يعن بنبأ الاسطرلابات واستخدامها •

الاسطرلاب لا يمتاز بتحديد الزمان والمكان فقط بل يؤدى خدمات جليلة جدا للبحارة فى عرض البحـار والمحيطات كهداية السفن وتوجيهها وظل الحـال كذلك حتى حلت محله أجهزة أخـرى •

ذات الحلقـات :

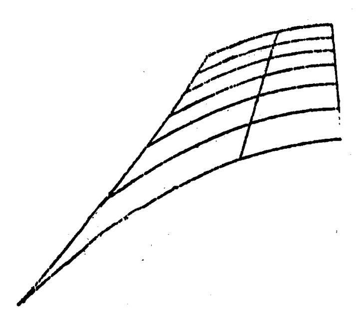
وهى آلة عبارة عن كرة مشتملة على خمسة أطواق لقراءة مواقع النجوم وهذه الأطواق الخمسة مصنوعة من النحـاس وأول هـذه الأطواق هو دائرة نصف النهـار وكان مثبتا فى الأرض والثانى خط الاستواء والثالث سمت الشمس والرابع خطوط العرض والخامس الاعتدالان وعـلاوة على ذلك توجد دائرة لقياس السمت وتعيينه •

ومع مرور الزمن أخذت هـذه الحلقـات فى الكبر وهى المستخدمة فى هذه الكره « ذات الحلقات » الخمس النحاسية وقد صنعها العرب كمـا وضعها بطليمون الا أن المقاييس العربية كانت أدق وأضبط وقد بلغ قطر الحلقـة النحاسية ثلاثة أمتار ونصف المتر أو أكبر •

لم ينجح العرب فى صناعة الآلة ذات الحلقات والبلوغ بها فنيا مرتبـة الكمال فقط بل أضـافوا اليهـا ثلاثة حلقـات يستطيعون بوسطتها عمل مقاييس الأفق وزيادة فى الدقة •

المزولـة البسيطـة :

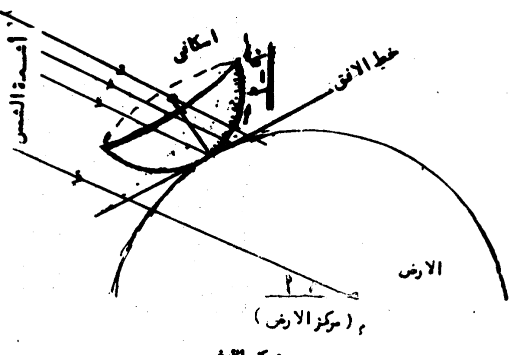
أقبل العرب على المزولة البسيطة لبطليموس وتفننوا فيهـا واخترعوا منها أجهزة أخرى جديدة مثل مزولة الحائط ومزولة السمت والمزولة الأخرى السهلة الحمل وغيرها من الآلات التى تجاوزت الثمانيــة عشر نوعا . وكان البيرونى يستخدم مزولة حائط قطرها سبعة أمتار ونصف المتر وهى مزولة أقل بكثير من تلك التى كانت موجودة فى مرصد « أولوغ بك » اذ يبلغ قطرها أربعين مترا شكل (رقم ٣) .



المزولـة
شـكل (رقم ٣)

النموذج الأول لآلة التصوير :

وهو جهاز يشبه تقريبا آلة التصـــوير وبه ثقب وكان هذا الجهاز هو النموذج الأول لآلة التصوير وقد أثبت ابن الهيثم عن طريق هــذا الجهاز استقامة خطوط الضوء ٠



مركز الارض

شـكل (رقم ٤)

خط عرض المكان = ٩٠ ـ اقصى ارتفاع للشمس يوم ٢١ يونيو + ميل الشمس في ذلك اليوم + الميل .
= ٩٠ ـ أ .
= ٩٠ ـ أ + ٢٣٫٥ درجة .
(٩٠ ـ أ) تعين باستخدام الاسكافى .

ســــكافى :

كلمة سكافى تعنى القارب والزورق وهى عبارة عن نصف كرة معدنية مجوفة مدرجــة فى جوفها • يوضــع تحدبها على الأرض ويوجد فى وسط تجوفها شاخص يوافق طرفه نقطة مركز الكرة وأن امتداده الوهمى تحت الأرض يصل الى مركز الأرض فيشير طرفه الى سمت رأس البلد •

يمكن استخدام آلة « سكافى » لمعرفة خط عرض المكان عند استخدامها لقياس ارتفاع الشمس وقت انبصــاق النهــار فى يوم ٢١ مــارس أو ٢٢ سبتمبر حيث يكون ميل الشــمس مساويا للصفر وتكون الزاوية المتممة لارتفاع الشمس فى هــذا اليوم (٢١ مارس) هى عبارة عن خط عرض المكان حيث :

خط عرض المكان = ٩٠ ـــ ارتفاع الشمس وقت الظهر فى يوم ٢١ مارس أو ٢٢ سبتمبر

الســاعات الشمسية :

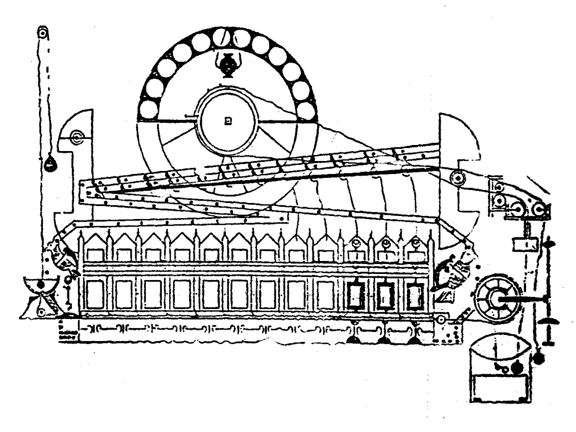
استطاع العرب بواسطتها تحديد وتعيين أوقات النهــار بمساعدة النظرية الكروية للمثلث والجدول الذى كانُ يبين موقع الشمس وخير ما اخترعوا فى هــذا الموضــوع ساعة شمسية متحركة اسطوانية الشكل وهذه الساعات الشمسية قد تدفقت فيما بعد على أوروبا • وقد اخترع الساعاتيــة العرب ســاعة

شمسية بالطبل فهى تحدث قرعا فى حوض عندما تبلغ الساعة الثانية عشر ظهرا • والساعة المائية التى تبقى عند كل ساعة كرة فى حوض معدنى • ثم نجد قرصا وعليه الأفلاك وعندما يتحرك القرص تظهر الكوكبات أو عند تمام الساعة الثانية عشر ميلا نجد فى هيئة نصف دائرة شبابيك يضىء كل منها عقب الآخر بينما يمر بها هلال شكل (رقم ٥ ، ٦) •

وأخيرا اخترع أحمد بن موسى أشياء كثيرة تدعوا الى الدهشة فقد صابر فى بناء الآلات الدقيقة المعقدة التركيب والتى ذات فائدة قصوى للمجتمع •

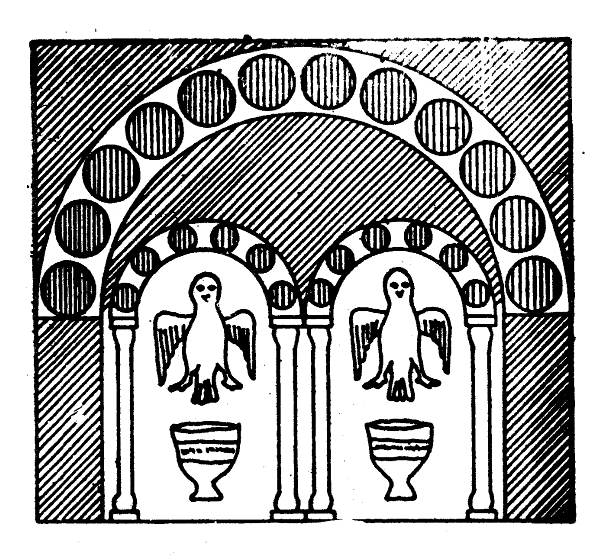
لقد اشترك أحمد بن موسى مع أخيه محمد وركبا ساعة نحاسية ذات حجم كبير وقام محمد بعمل حساب شروق وغروب أهم الكواكب والنجوم حسب اليوم والسنة وكانت هذه الساعة قطعة فنية عجيبة ووحيدة من نوعها من حيث صناعة الآلات وتركيبها وقد أثارت اعجاب كل من شاهدها والساعة التى صنعاها عبارة عن كرة وعليها صور الأفلاك وأجرام السماء وتتحرك بفعل الماء فاذا اختفى نجم من نجوم السماء اختفى فى نفس الوقت النجم الذى يقابله فى الكرة عن طريق خط يمثل دوران الأفلاك وله نظيره فى السماء وعندما يعود النجم فى السماء الى الظهور مرة أخرى يظهر هذا النجم على الكرة فوق خط الأفق •

والشكل (رقم ٥) رسم الساعة التى وصفها ابن جبير كما رسمها ابن صانعها .



شكل (رقم ٥)

ساعة باب جيرون بالمسجد الأموى بدمشق فى القرن السادس الهجرى الثانى عشر الميلادى والتى وصفها ابن جبير فى رحلته المشهورة (٥٧٨ - ٥٨١ هـ ١١٨٢ - ١١٨٥ م)



شـكل (رقم ٦)

واجهة ساعة باب جرون بالمسجد الاموى بدمشق فى القرن الســادس الهجرى ـ الثانى عشر الميلادى ـ كما تخيلها احد المستشرقين (ج. سوفاجيه) بناء على وصف الرحالة ابن جبير (٥٣٩ ـ ٦١٤ هـ ـ ١١٤٤ ـ ١٢١٧ م) .

لماذا لم يكمل أبناء حضارات الشرق القديم وخاصة العرب منهم ، مشوار العلم الذى بدأوه فى شتى المجالات ولماذا خبأت ثم انطفأت الروح العلمية عامة لدى أبناء تلك الحضارات ؟ .

وللاجابة على هذا السؤال نأخذ الحضارة الاسلامية كمثال فالحضارة الاسلامية سادت العلم كله ردحا طويلا من الزمن وهى حضارة أشرقت على العالم بنورها طيلة سبعة قرون ، وبلغت أوج ازدهارها ورقيها العلمى فى القرن الرابع الهجرى (العاشر الميلادى) ثم بدأت فى التدهور مع القرن الثانى عشر الميلادى وكانت الظروف مهيأة لذلك تماما وذلك من وجود اضرابات سياسية فى الداخل وحروب واغارات صليبية وتتارية من الخارج ، كل ذلك أدى الى خلل فى البنيان . تبعه ظهور موجه من الجهل ركبها السذج والجهلة . ويقال أن هناك شخص وشى بالعالم « عبد السلام بن حنكى » عند الخليفة « الناصر لدين الله » الذى توفى فى عام ٦٢٢ هـ — ١٢٢٥ م . فسجنه الخليفة وأمر بأن تحرق كل محتويات مكتبته الزاخرة والتى يوجد بها العديد من مؤلفات من سبقوه وعهد الى هذا العمل التخريبى الى رجل يقال له ابن المارستينية وأقيم لهذا العمل اللا انسانى التدميرى حفل كبير ومنبرا عاليا فى أحد الميادين فى بغداد وجمع الناس وأشعلت النيران وصعد ابن المارستينية

على المنبر وأخذ يلعن الفلاسفة ومن يقول بقولهم وكان يخرج الكتب كتابا كتابا فيبالغ فى ذم الكتاب وذم مؤلفه ثم يلقيه الى شخص آخر لكى يلقه فى النار . ولم ينج من هذه المحرقة كتاب واحد من كتب العلوم أو الفلسفة . وتصادف وقع فى يد ابن المارستينية أحد كتب ابن الهيثم فى الفلك فأشار ابن المارستينية الى الدائرة التى مثل فيها ابن الهيثم هيئة الفلك فى ذلك الكتاب وهو يقول ، وهذه الداهية الرهباء والنازلة الصماء والمصيبة العمياء .. ثم بخرقها ويلقى بالكتاب لتأكله النيران .. ويوضح ذلك موجة الجهل التى هبت على الأمة العربية والاسلامية فى بداية انهيارها وهى مخالفة تماما للروح التى بدأت بها النهضة مع هذه الأمة فى القرن السابع الميلادى فقد بدأت بتشجيع العلماء والعلم وانتهت باحتقارهما وكان ذلك بداية السقوط ودخل العالم الاسلامى فى عصور مظلمة .. وندعو الله أن يخرجنا مرة أخرى منها .

ماذا حدث لأساتذة العالم فى العلوم (العرب) .. ماذا حدث لمن جمعوا علم العالم كله فى أقل فترة زمنية ممكنة وفتحوا نصف العالم فى أقل من مائة عام .. ان الذى حدث لهم هو انعدام فى ادراك الزمن أى أن الزمن سبقهم دون أن يدركوا ذلك أو يشعروا به وسبقهم الزمن بفترة ليست بوجيزة هذه الفترة هى فترة تراضيهم وعموما لا يسعنا تحديد هذه الفترة بالضبط فى صحف التاريخ ولا يهمنا ذلك .

وقد يتساءل البعض لماذا لا يهمنا ؟ أليس جزء من ماضينا ؟ ألم يلقنونا فى الكتب • أن من ليس له ماض ليس له مستقبل وأن الماضى أساس المستقبل • ومن نسى قديمه تاه وصل الطريق • وليس هناك قيمة للبناء دون أساس وكذلك ليس هناك قيمة للأساس دون بناء فالماضى المجيد لابد له من مستقبل أكثر مجدا ولن يحدث ذلك الا اذا فاق العرب من ثباتهم العميق وكذلك من الضربة التى أصابتهم فخدرتهم طوال الفترة التى سبقهم الزمن فيها ولكن كيف يفيقوا ؟ لن يفيقوا الا بضربة أخرى فى الرأس تعيد لهم ذاكرتهم التى فقدوها وتحثهم على التقدم ليحظوا بمستقبل أكثر مجدا وذلك ليس بالصعب على العرب الذين اعتادوا الجرى فى الصحارى قديما أن يجروا فى ميادين العلوم والفنون والمعارف •• نعم سيجرون حتى يلحقوا بالزمن ويسبقونه ولكن لابد لنا من وقفة تفكر أقصد فترة من الزمن لكى يحدث العرب فيها الطفرة العلمية الهائلة مرة أخرى نجدهم يسبقون الزمن كما حدث فى الماضى هذا اللحظة هى اللحظة التى يمتزج فيها ليل جهلهم وفقرهم ذلك الليل القاتم يفجر نهضتهم ومجدهم القادم وصباحهم المشرق على الوجود وبعد ذلك لن نقول أن العرب قد حدث لهم ضربة فخدرتهم وجعلتهم تخلفوا عن ركب الحضارة • بل سنقول أن الزمن هو الذى تخلف وأن العرب سبقوا الزمن كما فعل أجدادهم •

مما سبق يتضح أنه كان للعرب حضارة علمية شامخـة وتاريخ مجيد لا بأس فى العلوم والثقافة والمعرفة ولكن العرب تركوا هذا العلم والفخار يشتعل لينير العالم كله ونســوا أن هذا العلم يحتــاج الى من يرعاه وينميه حتى يستمر فى الاشتعال والانارة ولكنهم لم يلحظوا ذلك وبمرور الزمن انطفأ نور علمهم وذهب بغير رجعة الى الآن .

والمعارف القيمة التى أعطاها العرب لدول الغرب ، استغلها الغربيون أحسن استغلال (كما سنرى فيما بعد) الى أن وصلوا الى ما هم عليه الآن والأمة العربيــة لم تتعرض منذ أن تركت علومها وثقافتها ووقفت تشاهد الغرب وتتفرج عليه وهو يزيد فى علومهم ويحسنوه ويجودوه الى أن وصلوا الى درجة عالية من العلم والمعرفة وكل هذا كانت أصوله من العلوم والمعرفة العربيــة .

الباب الخامس

افكار جديدة

افـــكار جـــديدة

بعد انتهاء فترة الازدهار الفلكي عند العرب التى كانت واضحة فى القرن الرابع عشر انتقل مركز الثقل فى علم الفلك الى أرض أواسط أوروبا • وبدأ عصر ترجمة العلوم من العربية الى اللاتينية وتكامل بصورة جدية فى القرن الثالث عشر ونشأت فى القرن نفسه جامعات فى أوروبا ألهبت حمـاس الشباب الى الاغتراف من بحر المعرفة الذى لا ساحل له ولفتت الأنظار الى المؤلفـات العربيـــة من علميـــة وفلسفية ودعت الى ترجمتهـا ودراستها •

ومن العلماء الذين اشتهروا فى هذه الحقبـة وكان لهم أثر كبير فى انهاض الفكر العلمى الأوروبى هم :

كوبرنيـــق :

ولد نيقــولا كوبرنيق فى عــام ١٤٧٣ فى بلدة « ثورن » ببولندا التحق بجامعة « كاراكاو » وتعلم بها الفلسفة والفــلك

والهندسة والجغرافيا وكانت لدراسة الفلك أهمية كبرى فى ذلك الوقت ثم أخذت التجـارة عبر المحيطات تنمو بسرعة وبدأ حجم المراكب يتزايد ومشـاكل البحـار تتراكم وعنـدما كان « كوبرنيق » فى التاسعة عشرة من عمره كان كولومبس الذى درس العلوم الفلكيـة وأزياج العرب بايطاليا قد عبر المحيط مكتشفا أمريكا وكان معه الاسـطرلاب العربى يستعين به فى الأرصاد كما كانت الجداول الفلكية العربية رائدة له عند المسير فى اليم .

لم يكتف « كوبرنيق » بدراسة الدين أو الطب ولكنه كان مغرما بدراسـة علم الفـلك والرياضـيات وداوم على مصاحبة أستاذ الفلك بجامعـة كاراكاو وهو « دمينيكو ماريا دى نوفارا » الذى كان قد اكتشـف النقص فى الانحـراف الأهليجى وكذلك التغير فى خطوط العرض .

كان لكوبرنيق بحوثا جديدة عن مسـار القمر وحركاته المتغيرة وعين فيه السماء الزرقاء بما فيها من كواكب .

بدأ كوبرنيق فى عـام ١٥٠٦ م . يخطو فى تنميـة نظامه الفلكى الذى تصوره للكون . ذلك النظام الذى كان حلمـا يراوده وهو يدرس دراساته الموضوعية فى جامعات ايطاليا . ثم أخـذ يستـكمل هـذه الدراسـة فى أحد أبراج كاتدرائيـة

« فراونبورج » هذا البرج لا يزال قائما ويعرف ببرج كوبرنيق انه كان مرصده كما كان علم الفلك شريعته .

وفى عام ١٥١٤ م أصبح كوبرنيق شهيرا كعالم فلكى فدعى الى المجمع الكنسى لتقديم مشورته فى اصلاح التقويم فاعتذر نظرا لأن الأرصاد الفلكية الجديدة لحركات الشمس والقمر لم يتم جدولتها بدقة تفى بالغرض المطلوب فهى ما زالت فجة تتغذى من النهج القديم .

وفى عام ١٥١٩ م حفزت رحلة مجلان حول الأرض وكذلك الكشوف البحرية فى المحيطات المشتغلين بعلم الفلك الى مزيد من الدراسات والى تحسين فى آلات الرصد فكانت جامعة يولونا بايطاليا مركزا مشعا لهذه الدراسات تلك الجامعة التى تعلم فيها كوبرنيق وتزود فيها بالمجسطى وبتراث العرب فى الفلك والرياضيات وأثرت هذه الرحلات على كوبرنيق وحفزته ليقوم بعمل عدة أرصاد شاقة تولاها بنفسه ليدعم بها نظريته الجديدة عن الكون ورغم جدية أرصاده الا أنه ظل محجما عن نشرها وأن أول رسالة ظهرت له عام ١٥٢٤ م . وهى التى حاول فيها تقويض الأسس التى قام عليها التفسير القديم عن مبادرة الاعتدالين . ولم تتناول هذه الدراسة أى تلميح من بعيد أو قريب عن نظريته الجديدة .

ومن مؤلفات كوبرنيق كتاب فى « حركات الكرات

السماوية » ولم يذكر المصادر العلميــة التى اعتمد عليها عند كتابته لهذا الكتاب ومن الاطلاع على هــذا الكتــاب يتبين بوضوح أنه اعتمد على :

١ ــ كتاب الهيئة للبطروجى وكذلك كتاب السماء والعالم لابن رشــد •

٢ ــ تحرير المجسطى لنصير الدين الطوسى •

٣ ــ كتاب أصول الفلك لابن كثير الفرغانى •

٤ ــ مجادلات « نيقولاس الأورزمى » العالم الباريسى فى القرن الرابع عشر الذى ناقش فيها دورات السماوات• ونادى بانها ما هى الا وهم وسراب وأن جميع أنواع الحركة هى نسبية •

كتب كوبرنيق كتابا آخر اسمه « تفسيرات » ويبين هــذا الكتاب جرأة كوبرنيق وتحرره بعض الشىء وذلك لأنه قــدم دراسة أولية لنظريته الجديدة فى هذا الكتاب والتى نادى فيها بمركزية الشمس للكون وليس الأرض فسرعان ما جذبت انتباه المفكرين • وفى عام ١٥٤١ م اقترح بعض العلماء على كوبرنيق أن يقوم بنشر نظريتــه الجديدة على المــلأ فأرسل البحث الى ألمــانيا ليطبع تحت اســم كتابــه السابق « حركات الكرات الســماوية » •

ظل « كوبرنيق » قرابة الثلاثين عاما يعمل بغير انقطاع ساعيا الى ابتكار نظام جديد للكون وبالفعل توصل الى نظام جديد فسر بدقة جميع حركات الكواكب والنجوم ومع أربع وثلاثين كرة فقط • ورأى كوبرنيق النسخة المطبوعة لهذا الكتاب وهو فى غيبوبة المرض •

وفى الواقع أن نظرية مركزية الشمس للكون التى نادى بها « كوبرنيق » فى أبحاثه ، قد خلقت ناقصة التكوين واحتاج الأمر الى سنين أخرى ليظهر عباقرة أمثال جاليليو وكيلر ونيوتن يقومون بتدعيمها فيزيائيا ورياضيا •

قام كوبرنيق بقياس أبعاد الكواكب عن الشمس متخذا بعد الأرض عن الشمس وحدة للقياس • فعندما يوجد كوكب عطارد مثلا فى موضع استطالته العظمى • فان الخط الواصل بين الراصد والكوكب يصبح مناسبا لفلك الكوكب وعموديا على الخط الواصل بين الشمس والكوكب •

الأرض فى الوضع « ص » والشمس فى « س » وعطارد فى « ع » فالخط س ع يساوى س ص جا س ص ع حيث أن

هذه الزاوية يمكن رصـدها وحساب جيبها من جداول حساب المثلثات أو باستخدام حاسـبة الجيب وبهذه الطريقـة يمكن حساب بعد أى كوكب عن الشـمس باعتبار بعد الأرض عن الشمس يساوى الوحدة •

الكوكب	قياسات كوبرنيق	القياسات الحديثة
عطـــارد	٠ر٦٣٠	ر٣٨٧
الزهـــرة	٠ر٧٢٠	ر٧٢٣
الأرض	١ر٠٠٠	١ر٠٠٠
المريـــخ	١ر٥٠٠	١ر٥٢٠
المشـــترى	٥ر٠٠٠	٥ر٢٠٠
زحـــل	٩ر٠٠٠	٩ر٥٤٠

أما قياسات الفراغانى والبتانى فكانت على أسـاس بعدها عن الأرض وأما بطليموس فانه لم يذكر الا بعد الشمس والقمر فقط عن الأرض ولا نجد فرقا كبيرا بين قياسـات الفرغـانى وقياسـات « كوبرنيق » فيما لو حولت أبعادهـا من الأرض للشـمس •

ان كل ثورة من الثورات لا تأتى بغتة بل لابد من وجود بذور صالحــة لها ولابد من زمن حتى ينمو وينضــج نبتها • استورد « كوبرنيق » وأمثاله تلك البذور من العرب ثم زرعها فى أرض أوروبية فأينعت لأنها كانت على حافة التطور والثورة •

لقد قام الاغريق بعمل نظــام معين للكون ثم جاء العرب واستحدثوا أنظمة جديدة وأصبحت تلك الأنظمة نقيض موضوع كما رأينا فيما قبل فى هذا الكتاب ثم جاء « كوبرنيق » فربط بينها فى تعايش ســلمى فاستحدث نظاما جديدا واستقر نظامــه بل نما وترعرع لأنه كان محظوظا اذا وجد من يخلفه من شوامخ الفكر أمثــال تيكوبراهى وكيلر وديكارت ونيوتن ولابلاس وبذلك أصبح نظام « كوبرنيق » موضوعا زاعت شهرته الأفاق أثناء محاكمات جوردانو برونو وجاليليو وبعد وفاته بأكثر من خمسين عاما •

***

كيلـــــر :

ولد كيلر فى عام ١٥٧١ م • وتوفى فى عام ١٦٣٠ م • كان يعمل رياضيا فى بلاط القيصر بمدينة براغ وانحــاز كيلر لنظرية

كوبرنيكوس وحاول شرحها فى بحثه الذى سماه « بأسرار الجغرافيا الفلكية » وذلك على أسس رياضية ، بالرغم من ذلك لم يستطع كيلر ايجاد توافق بين فكرته وبين الحقيقة . واستطاع فقط ايجاد تطابق بين الأرصاد والنظرية عندما بدأ فى جعل الكواكب تتحرك فى مدار أهليجى تحتل الشمس احدى بؤرتيه ثم نشر كيلر هذا القانون فى بحث سماه « الفلك الجديد » واكتشف كيلر بعد ذلك القانون الذى بين العلاقة بين زمن الدوران وحجم المدار .

***

جاليليو :

ولد عام ١٥٦٤ م . وتوفى عام ١٦٤٢ م . قام جاليليو بصناعة منظار ذا عدسة واحدة وبواسطته اكتشف كل من أقمار المشترى وتغير أطوار الزهرة والجبال القمرية وكذلك حقيقة أن سكة التبانة مكونة من مجموعة كبيرة من النجوم واعتبرت هذه الاكتشافات دليلا على صحة تعاليم كوبرنيكوس .

***

نيـــوتن :

ولد فى « ولتروب » بمقاطعــة لانكشــير فى انجلترا فى ٢٥ ديسمبر سنة ١٦٤٢ م • وكان فيلسوفا وعالمـا فى الطبيعــة والبصريات ووضــع نظريات فى الجاذبية وتركيب الضوء ولاحظ أن الضــوء عند مروره فى منشور زجاجى لتغير لونه الى ألوان كثيرة تنكسر بدرجات مختلفة عند نفاذها فى مادة المنشور •

نشر نيوتن قانون الجاذبية واستطاع بمعونة هذا القانون وضع نظرية لكل من المد والجزر •

كانت التحسينات التى طرأت على المناظير وطرق تركيبها وكذلك على الساعات هامة فى النجــاح التالى لعلم الفلك وعلى وجه الخصــوص لابد من ذكر « رومر » (١٦٤٤ — ١٧١٠) الذى بنى أول دائرة زوال فى عام ١٧٠٤ م • كذلك « هيجنز » (١٦٢٩ — ١٦٩٥) الذى بنى أول ساعة ذات بندول ، وقامت أولى المراصد الكبيرة فى ذلك الوقت بعد تلك التى شــيدت فى عهد « تيكوبراهى » مثل مرصــد باريس فى حــوالى عام ١٦٧٠ م • وبعده بقليل من السنين مرصد جرينتش ثم المرصــد الذى افتتح فى برلين عام ١٧٠٠ م •

لقد كان نيوتن رياضيا من الطراز الأول وعالمـا تجريبيا ممتازا ذا مقــدرة فذة على استخلاص الحقــائق المهمــة من

المشاهدات والتجارب وأعمال نيوتن ستظل شاهدة على عظمة هذا العالم العملاق .

استطاع كازينى (١٦٢٥ — ١٧١٢) فى عام ١٦٧٢ حساب المسافة الهامة بين الشمس والأرض وذلك باستعمال أرصاد المريخ واقترح هالى (١٦٥٦ — ١٧٤٢) فى عامى ١٦٩٣ ، ١٧١٢ طريقة محسنة لذلك . كما قام هالى لاول مرة فى عام ١٧٠٦ م . بحساب مدار المذنبات حول الشمس وأوجد أوقات عودة المذنب المسمى باسمه . وفى عام ١٧١٨ اكتشف هالى الحركة الذاتية للنجوم وفى عام ١٧٢٨ اكتشف برادلى (١٦٩٢ — ١٧٦٢) الزيغ الضوئى .

وفى عام ١٧٩٧ م . تم تبسيط طريقة تحديد مدارات المذنبات بواسطة « أوليرز » (١٧٤٨ — ١٨٤٠) تبسيطا كبيرا . كما قام جاوس (١٧٧٧ — ١٨٥٥) بحل مشكلة تعيين مدارات الكويكبات حتى أن طريقته يمكن استعمالها حتى الآن بتعديلات بسيطة فقط .

اكتشف هرشل (١٧٣٨ — ١٨٢٢) يورانيوس أول كوكب لم يكن معروفا من قبل وفى ١٨٠١/١/١ م . اكتشف بيازى (١٧٤٦ — ١٨٢٦) « سيرس » أول كوكب ويعتبر هرشل مؤسسا لعلم الاحصاء النجمى وقد توصل الى الاقتناع بان النجوم موزعة فى نظام عدسى مفلطح .

تميز كل من القرن التاسع عشر والعشرين بتطور ما لدينا من معلومات فلكية الى علم مستقل للفلك يزداد فى الاعتماد على نفسه • وفى هذا الوقت عكف « بيزل » على تعيين ثوابت الترنح والسبق والزيغ والانكسار بكل اهتمام ، كما تمكن بالاضافة الى ذلك من تحديد بعد النجم ٦١ ــ الدجاجة وفى نفس العام أمكن نفس الشيء لكل من النجوم النسر الواقع وألفا قنطورس بواسطة كل من ستروفا (١٧٩٣ ــ ١٨٦٤) وهندرسون (١٧٩٨ ــ ١٨٤٤) •

فى حوالى منتصف القرن التاسع عشر عاصرت الميكانيكا السماوية أكبر نصر لها وذلك باكتشاف الكوكب الجديد نبتون وتم كذلك اكتشاف الكوكب بلوتو الذى تنبأ بوجوده نوفل (١٨٥٥ ــ ١٩١٦) وكان ذلك فى عام ١٩٣٠ •

ترجع الانتصارات الكبيرة للفيزياء الفلكية الى ادخال التصوير الفوتوغرافى فى الفلك ، حيث أصبح من الممكن عن طريق ذلك دراسة أجسام خافتة الاشعاع • ينطبق هذا بصفة خاصة على دراسة أطياف النجوم الذى لم يكن ممكنا بدون التصوير الفوتوغرافى ، كذلك فقد نتج أيضا عن طريق ادخال التصوير فى فلك المواقع ارتفاع درجة الأرصاد •

تمكن « فراونهوفر » (١٧٨٧ ــ ١٨٢٦) فى عام ١٨١٤ م•

من قياس ٥٠٠ خط من طيف الشمس واستنتج « كيرشوف » (١٨٢٤ — ١٨٨٧) « وينســون » (١٨١١ — ١٨٩٢ م) من مقارنة خطوط فراونهوفر بطيف العناصر الأرضية فى المعامل ، وجاءت الدراسات الطيفية للشمس فى نهاية القرن التاسع عشر فى أبحاث « رولاند » (١٨٤٨ — ١٩٠١ م) والذى قــاس ما يقرب من ٢٠٠٠ خط طيفى وبمرور الزمن اكتشف تطــابق خطوط أكثر منها مع أطياف العناصر الأرضية .

دخلت عن طريق الدراسات حول المجرات الخارجيــة ، أكبر لبنات الكون فى مجال الأرصاد العلمية ومن المهم جدا ما تم اكتشافــه من أن طيف المجموعات النجميــة له ازاحات حمراء تتناسب مع المسافة بيننا وبين هذه المجموعات وتم تفسير تلك الازاحة بتمدد الكون كما نشأت من نظرية النسبية لاينشتين (١٨٧٩ — ١٩٥٥ م) . نماذج نظرية للكون مثل الذى قدمه « دى ســيتر » (١٨٧٢ — ١٩٣٤) و « فريدمــان » (١٨٨٨ — ١٩٢٥ م) .

دخل فرع حديد الفلك فى النصف الأول من القرن العشرين وهو دراســة مادة ما بين النجوم فقد اســتطاع « وولف » (١٨٦٣ — ١٩٣٢) على أساس تعدد النجوم اثبات وجود مادة داكنة بين النجوم تمتص الضــوء . كذلك تمكن « هارتماز » (١٨٦٥ — ١٩٣٦) فى عــام ١٩٠٤ م . اعطــاء الدليل على

وجود مادة غازية انضمت فيما حصل عليه من خطوط الكالسيوم الثابتـة .

يعد الفـلك الراديوى أحد الفروع الحديثـة فى الفيزياء الفلكية ويرجع بداية الفلك الراديوى الى الأرصـاد التى قام بها « باتسـكى » فى عام ١٩٣٢ م .

نشأ مجال بحث جديد للارصاد الفلكية بادخال الصواريخ وسفن الفضاء وأمكن عن طريق الامكانية الجديدة اطالة النطاق الطيفى بحيث يشمل مناطق الاشـعاع فوق البنفسجى والسينى وأشعة جاما وفوق هذا أصبحت القياسات المباشرة ممكنـة فى منطقة ما بين الكواكب وفى الغـلاف الجوى وفوق سـطوح الكواكب القريبة من الأرض وعلى سطح القمر .

***

لتعيين موقع نجم ما على سطح الكرة السمارية ، يلزم أن يتوافر لدينا احداثيان فقط ، وتختلف تسميتها باختلاف المستوى الأساسى لهذين الاحداثيين ، فاذا كان المستوى الأسـاسى هو مستوى الأفق ، فان الاحداثيين اللازمين لتعيين موقع النجم هما ، الاتجاه والارتفاع ، واذا كان المستوى الأسـاسى هو الاستواء السماوى أو دائرة معدل النهار فان الاحداثيين هما الزاوية الساعية والميل ؛ المطلع المستقيم ؛ واذا كان المسـتوى الأساسى هو مستوى الدائرة الكسوفية فان الاحداثيين هـما

الطول والعرض واذا كان المستوى الأساسى هو مستوى المجرة فان الاحداثيين هما الطول والعرض المجريين •

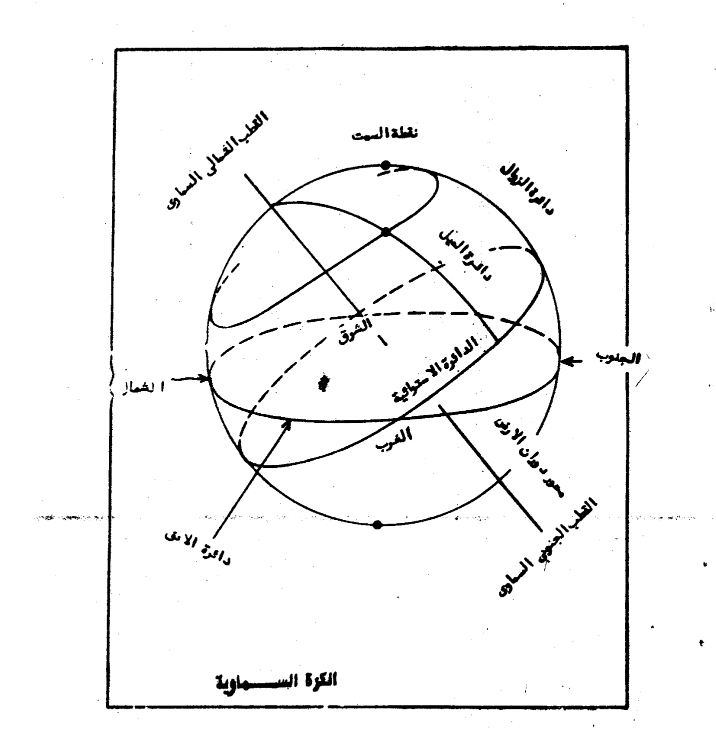
الأفـــق :

المستوى المماس لمكان معين على سطح الأرض اذا امتد فانه يقطع الكرة السماوية فى دائرة عظمى تسمى بدائرة الأفـق وهذه الدائرة تمر بالنقط الأصلية هى الشمال والشرق والجنوب والغرب • والأفق ينصف الكرة السماوية الى نصفين النصف الشمالى ويشمل القطب الشمالى ، والنصف الجنوبى ويشـمل القطب الجنوبى شكل (رقم ٧) •

السـمت والنظـير :

الاتجـاه العمودى على الأفق يقطع الكرة السـماوية فى نقطتين الأولى والواقعة فوق الأفق تسمى بنقطة السمت والثانية والواقعة تحت الأفق تسمى بنقطة النظير شكل (رقم ٧) •

وحيث أن الأرض كروية الشكل تقريبا فان اتجاه السمت لا يخرج عن كونه اتجـاه الخط الواصـل من مركز الأرض الى المكان •


نقطة السمت
القطب الشمالي السماوي
دائرة الزوال
دائرة الميل
الشرق
الدائرة الاستوائية
الجنوب
الشمال
الغرب
محور دوران الارض
دائرة الافق
القطب الجنوبي السماوي
الكرة السماوية

شكل (رقم ٧)

دائرة الاستواء السماوية :

امتداد مستوى دائرة الاستواء الأرضى يقطع الكرة السماوية فى دائرة عظمى تسمى بدائرة الاستواء السماوية وتقطع الدائرة الاستوائية دائرة الأفق فى نقطتين هما الشرق والغرب شكل (رقم ٧) .

ميل الجسم السماوى :

تقطع الدائرة العظمى المارة بالنجم س والقطب الشمالى خط الاستواء السماوى فى نقطة (د) ، فالبعد بين النقطة (د) والجسم (س) يسمى بميل النجم (س) وهو ميل شمالى (+ س) اذا كان بين القطب الشمالى والاستواء وهو ميل جنوبى مثل النجم (ن) حيث أن موقعه بين الدائرة الاستوائية والقطب الجنوبى ويرمز الى هذه القيم بالرمز (ـ ك) .

وميل النجم ثابت المقدار خلال الحركة اليومية للسماء ، فترسم النجوم عليها دوائر صغيرة وهمية موازية لخط الاستواء ، وللتعرف على موقع النجم فى السماء ، يلزم التعرف على خط زوال النجم ، أى أن الدائرة العظمى المارة بالقطبين وموقع النجم بالنسبة الى دائرة نصف النهار المارة بسمت الراصد والقطبين ـ الزاوية المحصورة بين هاتين الدائرتين هى العنصر الاحداثى الآخر المطلوب معرفته لتحقيق موقع النجم ـ

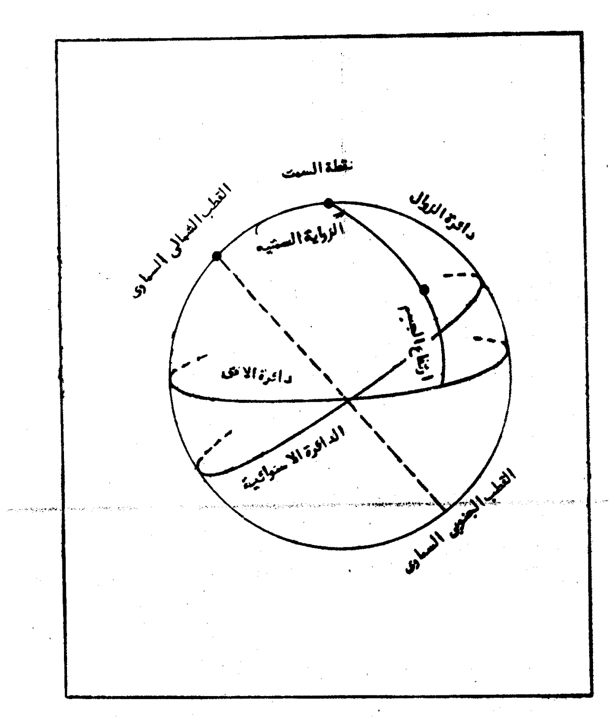
تسمى هذه الزاوية بالزاوية الساعية للنجم وهى مقيسة على الاستواء السماوى من الجنوب نحو الغرب ـ وتتغير قيمتها من الصفر عندما يعبر النجم خط نصف النهار أو الزوال الى ٢٤ ساعة عندما يعود مرة ثانية الى خط الزوال شكل (رقم ٧) ٠

دائرة الزوال :

يقطع مستوى خط الطول المار بمكان ما على سطح الأرض الكرة السماوية فى دائرة عظمى تسمى بدائرة الزوال أى أن الدائرة العظمى المارة بالقطب الشمالى وسمت الرأس والنظير والقطب الجنوبى ونقطتى الشمال والجنوب تسمى بدائرة نصف النهار ٠ وهذه الدائرة رأسية لأنها عمودية على الأفق فى نقطتى الشمال والجنوب ٠ واذا فرض وجود جسم سماوى (س) فان الطول القوس الواصل بين نقطة السمت والجسم السماوى (س) هو عبارة عن تمام ارتفاع الجسم عن دائرة الأفق ٠ ويقاس الارتفاع من صفر على الأفق الى ٩٠° عند السمت شكل (رقم ٨) ٠

الزاوية السمتية :

هى الزاوية المحصورة بين نصف النهار والدائرة الرأسية المارة بالنجم (س) وتقاس هذه الزاوية على الأفق من نقطة الشمال الى قدم الدائرة الرأسية والمارة بالنجم شرقا أو غربا


نقطة السمت
القطب الشمالى السماوى
دائرة الزوال
الزاوية السمتيه
ارتفاع النجم
دائرة الأفق
الدائرة الاستوائية
القطب الجنوبى السماوى

شكل (رقم ٨)

اذا كان النجم فى الجزء الشرقى من الكرة السماوية أو فى جزئها الغربى شكل (رقم ٩) •

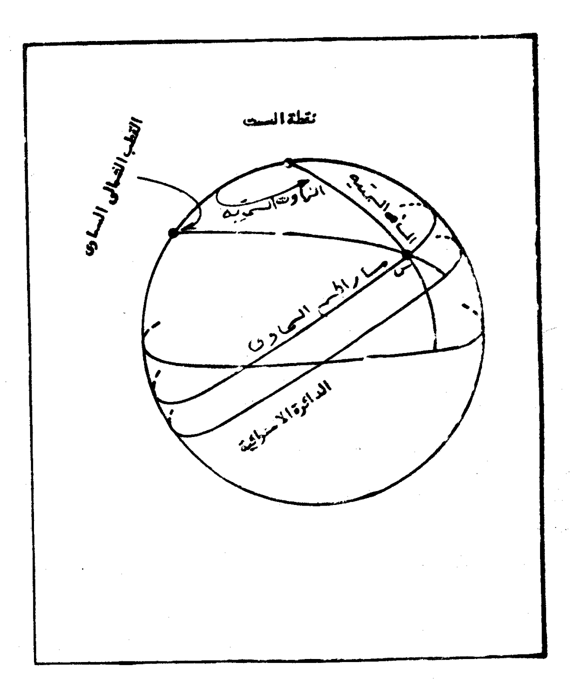
أما رجال الملاحة فيعبرون عن هذه الزاوية بزاوية الاتجاه وهى مقيسة من نقطة الشمال شرقا أو غربا الى قـدم الدائرة الرأسية المـارة بالنجم •

القطـب السـماوى :

اذا رسمنا من مكان على سطح الأرض اتجاها يوازى محور دوران الأرض فان هـذا الاتجاه سيكون فى مستوى دائرة الزوال واذا مددنا هذا الاتجـاه فانه سيقابل الكرة السماوية فى نقطتين الشمالية تسمى بالقطب الشمالى السماوى والجنوبية فيها (لا ترى فى النصف الشمالى) وتسمى بالقطب الجنوبى •

المطـلع المسـتقيم :

ويرمز للمطلع المستقيم بالحرف الأغريقى α وهو مقيس نحو الشرق من أول نقطـة الحمل وهى احدى نقطتى تقـاطع دائرة البروج ومعدل النهار حتى تقاطع دائرة الميل مع الاستواء السماوى شكل (رقم ١٠) •



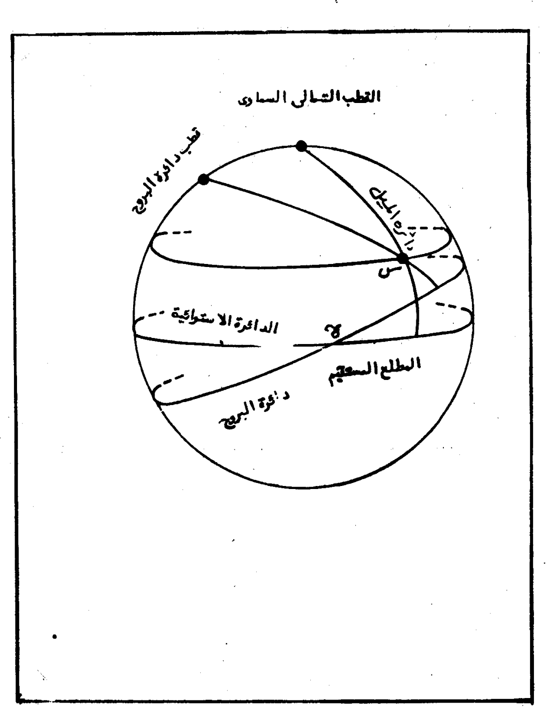
شـكل (رقم ٩)

دائرة البروج او الدائرة الكسوفية :

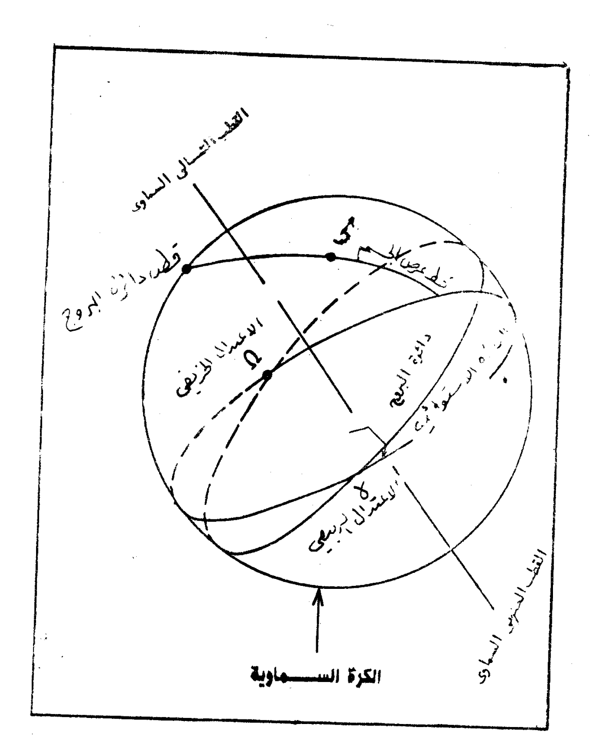
هذه الدائرة هى مسار الشمس الظاهرى حول الأرض ، والاحداثيان فى هذه الحالة هما طول النجم (λ) مقيسا من ♈ حتى تقاطع دائرة الطول للنجم مع دائرة البروج أما عرض النجم (B) فهو ارتفاعه عن دائرة البروج وهذان الاحداثيان هما يماثلان الطول والعرض لمكان ما على سطح الأرض باعتباره ♈ مبدأ الأطوال وتسميان بالاحداثيين البروجيين شكل (رقم ١١) ٠

الشمس تبدو كما لو كانت تتحرك على الدائرة الكسوفية فى فترة سنة من الغرب الى الشرق وهـذه الدائرة تميل على دائرة خط الاستواء السماوية زاوية قدرها ٥ر٢٣° تقريبا — نلاحظ من الشكل أن ميل الشمس يتغير خلال هـذه الحركة السنوية الظاهرية — فحينما تكون الشمس فى الاتجاه ♈ أو الاتجاه (♎) يكون ميلها يساوى صفرا — فى حين عندما تكون الشمس فى الاتجاه (أ) يكون ميلها مساويا ل + ٥ر٢٣ أى ٥ر٢٣ شمال دائرة الاستواء السماوية — وحينما تكون الشمس فى الاتجاه (هـ) يكون ميلها مساويا — ٥ر٢٣ أى جنوب دائرة الاستواء السماوية شكل (رقم ١١) ٠

وللنقطة ♈ احدى نقطتى تقاطع الدائرة الكسوفية مع دائرة الاستواء السماوية من الجنوب الى الشمال أهمية خاصة فى علم الفلك للأسباب الآتية :


القطب الشمالي السماوي
قطب دائرة البروج
دائرة الميل
س
الدائرة الاستوائية
المطلع المستقيم
دائرة البروج

شكل (رقم ١٠)


القطب الشمالى السماوى
قطب دائرة البروج
خط عرض الجسم
الاعتدال الخريفى
دائرة البرج
الاعتدال الربيعى
القطب الجنوبى السماوى
الكرة السماوية

شكل (رقم ١١)

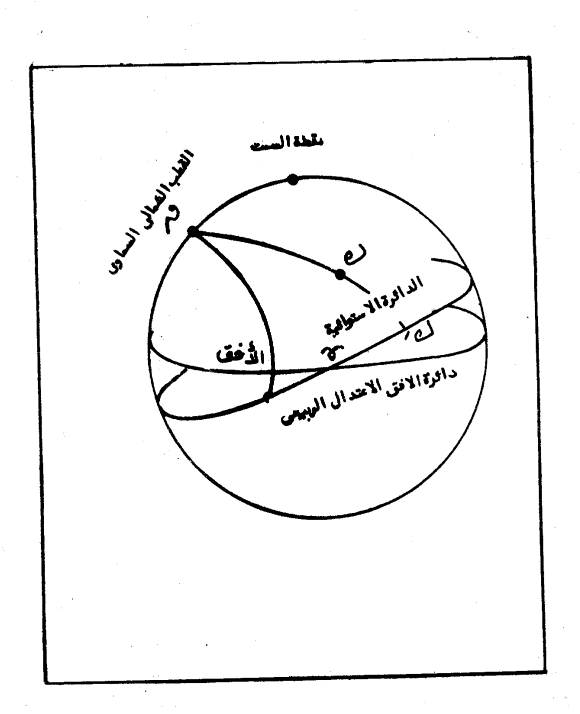
١ ـ الحركة اليومية للنقطة ♈ :

النقطة ♈ لا تخرج عن كونها اتجاها فى الكرة السماوية وتسمى بنقطة الاعتدال الربيعى وهى الموقع الذى فيه يتغير ميل الشمس ميل جنوبى الى ميل شـمالى وهى أيضا نقطة الأصل فى قياس المطالع المستقيمة للنجوم شكل (رقم ١٢) .

٢ ـ اليوم النجمى والوقت النجمى :

اتفق العلمـاء على اعتبار النجم ♈ كمقيـاس للوقت النجمى الذى يعرف بانه زاوية السـاعة للنجم ♈ . فمثلا حينما تكون زاوية السـاعة للنجم ♈ مساوية ٥ سـاعات نقول أن الوقت النجمى يساوى الساعة الخامسة وهكذا وتبعا لذلك يبدأ اليوم النجمى حينما يكون الوقت النجمى مساويا لصفر ساعة أى يبدأ حينما يكون النجم ♈ فى حـالة عبور عـلوى .

اذن التـوقيت النجمى فى جرينيش = الوقت النجمى فى المكان ∓ طول المكان (الاشارة الموجبة اذا كان المكان غرب جرينيش والسالبة اذا كان شرقهـا) والزمن النجمى للمكان النجمى للمكان يسمى بالتوقيت النجمى المحلى .


نقطة السمت
القطب الشمالي السماوي
ع
الدائرة الاستوائية
الأفق
دائرة الأفق
الاعتدال الربيعي

شكل (رقم ١٢)

الأجسـام السماويـة :

الأجسام السماوية هى تلك الأجسام التى نراها فى السماء بالعين المجردة أو بمساعدة المناظير الفلكية ويمكننا تقسيم هذه الاجسام الى نوعين :

(ا) النجـــوم :

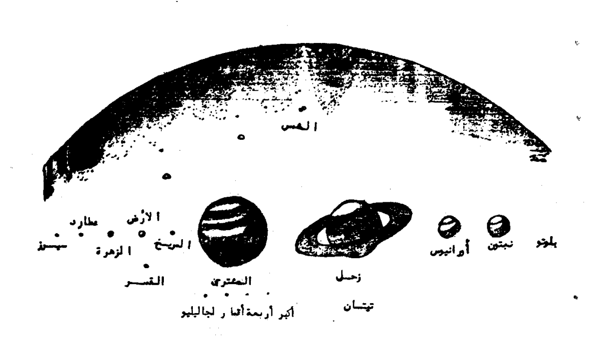
التى تكون الغالبية العظمى من الأجسام السماوية وهى عبارة عن أجسام مضيئة من نفسها (اضاءة ذاتية) والشمس تعتبر نجما ضمن هذه النجوم •

(ب) الكواكب وتوابعهـا :

هذه الأجســام التى تعتبر أرضنا والقمر من ضمنهـا • لا تضىء من نفسها (اضاءتها غير ذاتية) مثل النجوم ولكنهـا تستمد ضوءها من الشمس ولذلك فهى تعتبر تابعة للشـمس ، وعادة يطلق على الشـمس والكواكب اسم العائلة الشمسية أو المجموعة الشمسية شكل (رقم ١٣) •

الأبعــاد الفلكيــة :

الأجســام السماوية تقع على مسافات شاسـعة جدا من الأرض فمثلا القمر الذى يعتبر أقرب الأجسام السماوية الينا على بعد ٣٨٠ ألف كيلو متر من سطح الأرض والشمس تبعد



الحجم النسبى للشمس والكواكب

شكل (رقم ١٣)

بمقدار ١٥٠ مليون كيلو متر عن الأرض والمريخ الذى يعتبر كوكبا من كواكب المجموعة الشمسية يبعد عن الأرض بمسافة تتغير من حوالى ٧٥ مليون كيلو متر الى ٣٧٥ مليون كيلو متر وبلوتو الذى يعتبر أبعد كوكب من كواكب المجموعة الشمسية يبعد عن الأرض بحوالى ٦٠٠ مليون كيلو متر .

وهذه الأبعاد التى تبدو كبيرة جدا تعتبر فى الواقع صغيرة جدا بالنسبة لأبعاد النجوم عن الأرض فمثلا بعد أقرب نجم من الأرض يقدر بحوالى ٤٥ مليون مليون كيلو متر فى حين أن أحد النجوم التى أمكن رؤيتها بواسطة منظار بالومار بأمريكا أكبر منظار فلكى فى العالم يبعد عن الأرض بحوالى ٢٠ ألف مليون مليون كيلو متر وبذلك فان وحدة الكيلو متر لا تسعف الفلكى فى تقدير المسافات ولذلك قاموا باختيار وحدات أكبر من ذلك بكثير مثل :

الوحـــدة الفلكيـــة :

نرى مما تقدم أن أبعاد الكواكب فى المجموعة الشمسية تقدر بملايين الكيلو مترات فى حين أن أبعاد النجوم تقدر بملايين ملايين الكيلو مترات أو ببلايين بلايين الكيلو مترات ، ولقد وجد انه من الأنسب أن نغير وحدة الأطوال اذ أن الكيلو متر يعتبر وحدة صغيرة جدا بالنسبة لأبعاد الكواكب والنجوم.

ولقد اتفق على اعتبار بعد الأرض عن الشمس كوحدة للطول فى المجموعة الشمسية . أى أننا حينما نذكر بعد الكواكب عن الأرض لا نذكرها بالكيلو مترات ، ولكننا نذكرها بالنسبة لبعد الأرض عن الشمس كوحدة ، وهذه الوحدة تسمى وحدة الطول الفلكية وهى تقدر بحوالى ١٥٠ مليون كيلو متر ، فعادة نقول أن بلوتو يبعد عن الأرض بحوالى ٣٩٫٥ وحدة فلكية والمريخ يبعد عن الأرض بمسافة تتغير بين نصف وحدة فلكية ، ١/٢ ٢ وحدة فلكية وبالطبع فالشمس تبعد عن سطح الأرض بمقدار وحدة فلكية واحدة .

السنة الضوئية :

هذا عن الأبعاد فى المجموعة الشمسية أما عن أبعاد النجوم فلقد وجد أن الوحدة الفلكية ما زالت وحدة صغيرة بالنسبة لأبعاد النجوم فمثلا بعد أقرب نجم اليا يقدر بحوالى ١/٤ مليون وحدة فلكية ، فعادة أبعاد النجوم تقدر بملايين وملايين ملايين الوحدات الفلكية فلكى تتفادى ذكر هذه الأرقام الكبيرة حينما نذكر أبعاد النجوم وجد أنه من الأنسب أن نختار وحدة طول أكبر من الوحدة الفلكية وهناك وحدات اخيرت لهذا الغرض نذكر منها السنة الضوئية وهذه الوحدة هى المسافة التى يقطعها الضوء فى مدة سنة ، فاذا علمنا أن سرعة الضوء ٣٠٠ ألف كيلو متر فى الثانية وأن السنة تساوى ١/٤ ٣٦٥ يوما أى

٨٧٦٦٠٠ ساعة أى ١ر٣ مليون ثانيــة وجد أن الضــوء يقطع مسافة ٣٠٠ر٠٠٠ × ١ر٣ × ١٠٠٠ر٠٠٠ كيلو متر فى السنة أى حوالى ٥ر٩ مليون مليون كيــلو متر أو ٦٣٠٠٠ وحــدة طول فلكيــة • وعــادة نقول أن بعد أقرب نجم من الأرض يقــدر بحوالى ٢ر٤ سنة ضــوئية فى حين أن بعد أبعد نجم صــور بأكبر منظار فلكى فى العالم يقدر بحوالى ٢٠٠٠ مليون ســنة ضوئية أى أن الضوء الذى نراه من أقرب نجم الينا ترك هــذا النجم من حوالى ٢ر٤ سنة أو بمعنى آخر الضــوء الذى نراه الآن من هذا النجم قد ترك هذا النجم فى ســنة ١٩٨٩ م • (عام تأليف الكتاب ١٩٩٣ م) •

البارســـك :

ومن ناحيــة أخرى ، فان الفلكيين عــادة ما يعبرون عن المسافات بدلالة وحدة أخرى تسمى البارسك وهي مسافة نجم له زاوية اختلاف منظر قدرها ثانية قوسية واحدة كما يرى من الأرض ، والبارسك يساوى ٢٦ر٣ سنة ضوئية أو (١ر٣×١٠^{١٣} كيلو متر) وعموما اذا علمنا زوايا اختــلاف المنظر بالثوانى القوسية فان المسافة (بالبارسك) يمكن الحصــول عليها من مقلوب قيمة الزاوية ومثال ذلك :

النجم	اختلاف المنظر (ظ)	مسافة النجم (ف) بالبارسك
الفا قنطورى	٧٥ر	١٫٣٣ ($\frac{١}{٧٥ر}$)
النسر الواقع	١٢ر	٨٫٥ ($\frac{١}{١٢ر}$)
النجم ٦١ في كوكبة الدجاجة	٣٫٩	٣٫٤ ($\frac{١}{٣٫٩}$)

من الجدول يتضح أن زاوية اختلاف المنظر (ظ) معبرا عنها بالثواني القوسية بمسافته (ف) بالبارسـك بالعـلاقة الآتيـة :

$$ف = \frac{١}{ظ}$$

القبـة السـماوية :

مما سبق تبين أن النجـوم والكواكب تبعد عن الأرض مسافات شاسعة جدا وهذه الأبعاد كبيرة لدرجة لا تجعلنا نميز أن تلك النجوم على أبعاد مختلفة بها نظن أنها على نفس الأبعاد

منا وهــذا عامل نفسى ينتج من تأثير الأبعــاد الكبيرة فمثــلا لو كان هناك شخص واقف فى الصحراء ورأى جملين على مرمى الأفق على مسافة كبيرة منه لكان من الصعب عليه أن يذكر أى الجملين أقرب له ولكن سيخيل اليه أن الجملين على مســافة واحدة وبالمثل لو كان هنــاك شخص فى عرض البحــر ورأى سفينتين أو عدة سفن على مرمى الأفق لكان أيضــا من الصعب أن يميز السفينة البعيدة من السفينة القريبة ولكن يبدو له أن جميع السفن على بعد واحد منه .

فبالمثل اذا نظرنا الى السماء حيث توجد النجوم والكواكب على مسافات متفاوتة منا ولكنها كبيرة جدا لدرجة تشعرنا بأنها على نفس المسافة منا أى أن جميع الأجسام السماوية تبدو لنا كما لو كانت على نفس البعد منا أى انها تبدو كمــا لو كانت موجودة على السطح الداخلى لكرة حيث يوجد الشخص فى مركزها ــ هــذه الكرة الوهمية التى يظهر على سطحها الداخلى النجوم والكواكب تسمى بالكرة السماوية أو القبة السماوية . والمواقع على سطح هذه الكرة التى تظهر بها الأجسام السماوية تسمى المواقع الظاهرية للأجسام السماوية . والموقع ظاهرى لأنه يختلف عن الموقع الحقيقى فى البعد فقط اذ أن موقع أى جســم فى الفضــاء يتحدد بكميين : البعد والاتجــاه . وبما أننــا لا يمكننا أن نلمس بعد الأجســام السماوية منا فان الموقــع الظاهرى ــ يختلف عن الموقع الحقيقى فى خلوه من عنصر البعد.

أى أن موقـع النجوم والكواكب على الكرة السـماوية لا يختلف عن كونه اتجاه النجوم والكواكب .

وتبعاً لذلك اذا أردنا أن نتكلم عن المسافة بين موقعى نجمين على الكرة السماوية لا يمكن أن نتكلم الا على المسافة الزاوية التى تعرف بأنها الزاوية بين اتجـاهى هذين النجمين أو البعد الزاوى لقوس الدائرة العظمى الواقعـة على الكرة السماوية والواصل بين هاتين النجمين .

اقدار الأجسام السماوية :

الأجسـام السماوية تختلف عن بعضها البعض فى شـدة لمعانها فمثلا الشمس أشد لمعانا من القمر وبعض الكواكب أشد لمعانا من النجوم وتختلف النجوم فى شـدة لمعانها فهناك الخافت وهناك اللامع وهناك عاملان يتوقف عليهما لمعان النجوم .

العامل الأول ــ بعد النجـم :

فمثلا اذا كان هناك نجمان لهما نفس اللمعان وأحد هـذين النجمين على مسافة أبعد من الآخر فان النجم الأبعد سيبدو لنا أقل لمعانا من النجم الأقرب مع انهما فى الحقيقـة متساويان فى اللمعان .

العامل الثانى ــ اللمعان الحقيقى للنجم :

فمثلا لو كان هناك نجمان أولهما يزيد عن الآخر فى اللمعان وكان النجمان على مسافة واحدة فان النجم الأول يبدو أشد لمعانا من النجم الآخر .

مما سبق نجد أن لمعان النجوم والكواكب الذى نراه ليس مقياسا حقيقيا للمعان هذه الأجسام الحقيقى فمثلا الشمس التى تبدو لنا أشد لمعانا من كل الأجسام السماوية ليست فى الحقيقة كذلك حيث أن هناك نجوما كثيرة جدا أشد لمعانا من الشمس ولكن نظرا الى بعدها الشاسع تظهر لنا أشد خفوتا من الشمس .

ولذا يجب أن تفرق بين لمعان الأجسام الحقيقى ولمعانها الظاهرى فلمعان الجسم السماوى الظاهرى هو عبارة عن لمعان الجسم كما تراه أعيننا وهو كما قلنا يتوقف على اللمعان الحقيقى للجسم وبعد الجسم .

لو مثلنا لمعانين لنجمين بـ $ا_1$ ، $ا_2$ فان قدريهما $ق_1$ ، $ق_2$ يرتبطان بالعلاقة الآتية :

$$ق_1 - ق_2 = ٢٫٥ \text{ لو } \left(\frac{ا_2}{ا_1} \right)$$

وعلى هذا فان كان النجم الثانى ألمع من الأول بمائة مرة

فان لو (أ٢ / أ١) تكون مساوية لـ (٢) ويكون الفرق فى القدرين مساويا (٥) وهذا كما يتطلب تعريف الأقدار •

الاقدار الظاهرية للأجسام السماوية :

لقد اتفق على اعطاء أرقام تكون مقياسا على شدة لمعان الأجسام السماوية الظاهرى وهذه الأرقام تسمى بالأقدار الظاهرية للأجسام السماوية • ولقد اتفق على أن يعطى رقم (٦) لأخفت النجوم التى ترى بالعين المجردة فى الليل حينما تكون السماء صافية ورقم (١) لأشد النجوم لمعانا فى السماء والأرقام ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ للنجوم التى تندرج فى اللمعان بين أشد النجوم لمعانا وأخفت النجوم التى ترى بالعين المجردة •

بين « السير جون هرشل » فى سنة ١٨٣٩ أن لمعان نجم من القدر الأول يبلغ مائة ضعف لمعان نجم من القدر السادس وقد اتضح من المشاهدات العديدة بالعين المجردة أن هذه النسبة قائمة خلال التدرج القياسى للأقدار فالنجوم ذات قدر ما يبلغ لمعانها مرتين ونصف لمعان النجوم ذات القدر التالى المتزايد • هذه هى القاعدة الأساسية للحواس البصرية والتى تسمى بقانون « فيكتر » التى تنص على أن الفرق فى الشدة التى تمثل الجزء ذاته من الكل قدرتها الحواس بالتساوى مهما

بلغت شدة الكل فى الكبر أو الصغر وأن أصغر فرق فى اللمعان التى تتمكن العين المدربة على الأرصاد والمشاهدات وفى ظروف موائمة تبلغ ١٪ وعلى هــذا الأساس تمكن « بوجسن » فى عام ١٨٥٠ من تحديد تدريج الأقدار للنجوم بحيث أن نســبة اللمعان المتبقية تساوى ٢٫٥١١٩ (١٠٠) أو الجــذر الخمسى للعدد (١٠٠) ووضعت النتائج فى جدول كالآتى :

القــدر	١	٢	٣	٤	٥	٦
اللمعان	١٠٠	(٢ر٥١)٤	(٢ر٥١)٣	(٢ر٥١)٢	(٢ر٥١)	١

ولقد وجد بعد هذا الاتفاق أن هناك نجوما أشد لمعانا من النجوم التى اتفق أن يكون قدرها (١) وبعض الكواكب أشد لمعانا من هذه النجوم أيضا ، فاتفق أن يكون قدر هذه النجوم والكواكب أقل من (١) أى صفرا وأعداد سالبة فمثلا :

كوكب المريخ قدره الظاهرى ١ر٨٠٠ ، كوكب الزهرة ٤٠٠
القمــر ١٢ر٥٠٠ ، الشــمس ٢٦ر٧٠٠

أما عن النجوم الخافتة جدا والتى لايمكن رؤيتها بالعين المجردة لخفوتها فان اقدارها تزيد عن الرقم (٦) فمثــلا قدر أقرب نجم الينا عبارة عن ١٠ر٥٠٠ وقدر أخفت نجم يمــكن تصويره بأكبر منظار فلكى فى العالم .

شكل (رقم ١٤)

١ - الكف الخطيب نجم قزم يبعد عن سطح الأرض بمقدار ٤٧ سنة ضوئية .

٢ - الذى على الركبة يبعد عن الأرض ٧٦ سنة ضوئية .

٣ - الذى على الصدر ، ويعتبر هذا النجم من النجوم العملاقة ويبعد عن الأرض بمقدار ٦٥٠ سنة ضوئية .

المجـاميع النجوميـة :

لسهولة تعريف النجوم التى تظهر فى السماء قسم الاغريق والرومان والعرب والصينيين ••• الخ • النجوم التى تظهر على الكرة السماوية الى مجموعات وأعطوا كل مجموعة اسما فمثلا هنـاك مجموعـة الدب الأكبر والدب الأصغر وذات الكرسى والجبار والدجاجة والأسد والثور والتوأمين وهكذا ، ولقد قسم القدماء النجوم التى تظهر فى السماء الى ٤٨ مجموعة أضيف اليها بعد ذلك ٤٢ مجموعة لتشمل جميع النجوم •

ويمكن تشبيه مجاميع النجوم فى السماء كمجاميع القارات على الكرة الأرضية أو كمجاميع البحار مثلا ولكن بفارق وهو أن النجوم التى تتبع كل مجموعة ليس لها علاقة ببعضها البعض أى أنها لا تكون مجموعة طبيعية الا فى القليل النادر فيجوز جدا أن نجد مجموعة من المجـاميع على أبعاد مختلفة ومتفاوتة من الأرض •

ولقد لجـأ القدماء الى فكرة المجاميع لسهولة الاستدلال على النجوم كما ذكرنا ولقد أعطيت النجوم التى تتبع مجموعة معينة أحرف لاتينية أو رومانية أو فى بعض الأحيان أعداد يتبعها اسم المجموعة•والأحرف اللاتينية تعطى عادة بحيث يطلق الحرف

الأول (الفا) α على أشـد النجـوم لمعانا فى المجموعـة ثم الحرف (بتيا) (B) على النجم الذى يليه لمعانا وهكذا ....

فمثـلا النجم α فى ذات الكـرسى أشـد لمعانا من النجـم (B) فى نفس المجموعة والنجم (B) أشـد لمعانا من النجـم α فى ذات المجموعـة وهـكذا أنظـر الشـكل (رقم ١٤) .

وكما يمكن تمثيل القـارات والبحـار التى على الكرة الأرضية على خرائط يمكن تمثيل المجاميع التى تنقسم اليهـا النجوم على خرائط تسمى بالخرائط الفلكية ولكن الخرائط الفلكية تختلف عن خرائط الكرة الأرضية فى عاملين .

العـامل الأول :

الخرائط الفلكية تختلف شكلها باختلاف المكان والزمان فشكل السماء كما يراه انسان فى شهر يوليو بالقاهرة يختلف أيضا عن شكلها كما يراه انسـان فى يوليو فى نيويورك مثلا وسنذكر السبب فيما بعد .

العـامل الثـانى :

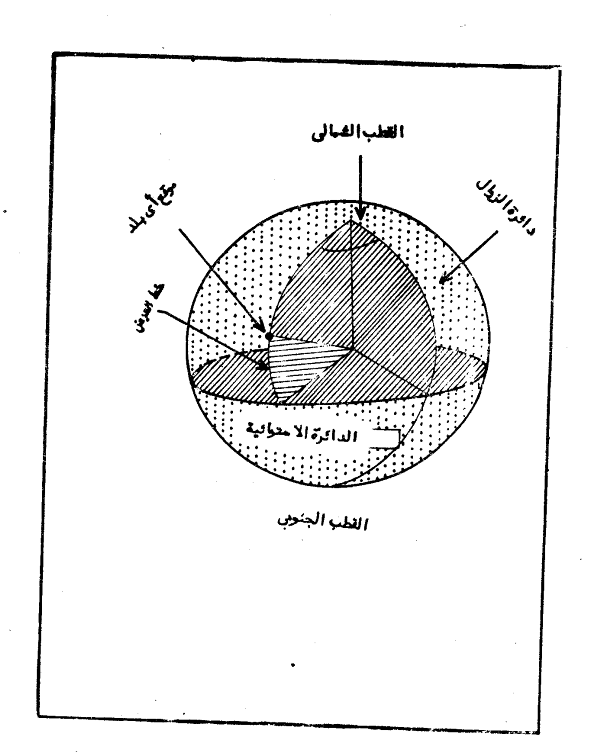
الخرائط الفلكية عبارة عن تمثيل للسطح الداخلى للكرة السماوية فى حين أن خرائط الكرة الأرضية عبـارة عن تمثيل

للسطح الخارج للكرة الأرضية وهـذا الفرق يعكس اتجـاه الشرق والغرب فاذا وجهنا الخريطـة فى اتجاه الشمال ، ففى حالة الخريطة الفلكية سيكون شرق الخريطة على اليسار وغربها عن اليمين وهذا بعكس خريطة الكرة الأرضية .

خطوط الطول والعـرض :

الدوائر العظمى التى يمكن تصورها بان ترسم على سطح الأرض وتمر بالقطب الشمالى والقطب الجنوبى تسمى خطوط الطول شكل (رقم ١٥) وهنـاك دائرة عظمى واحدة عمودية على خطوط الطول وتسمى خط الاسـتواء ومسـتوى هـذه الدائرة عموديا على محور دوران الأرض ويلاحظ أن كل نقطة على خط الاستواء تبعد عن القطب الشمالى بمقدار ٩٠° ونلاحظ أن خطوط الطول على سطح الأرض عبارة عن دوائر عظمى أى أن نصف قطرهـا يسـاوى نصـف قطر الأرض أى يسـاوى ٦٤٠٠ كيلو متر وبالمثل خط الاستواء عبارة عن دائـرة عظمى نصف قطرها يساوى نصف قطر الأرض ٦٤٠٠ كيلو متر .

قسم الجغرافيون الأرض الى ٣٦٠ خطا أو دائرة وهميـة تتجه شمال ــ جنوب وتلتقى كلها فى القطبين وسميت كما ذكرنا بخطوط الطول واذا عرفنـا أن زاوية مركز الدائـرة العظمى ٣٦٠ درجة فسيكون مقدار الزاوية بين كل خط والخط المجاور


القطب الشمالى
دائرة الزوال
موقع أى بلد
خط العرض
الدائرة الاستوائية
القطب الجنوبى

شكل (رقم ١٥)

له درجة واحدة والزاوية بين كل خط وخط لا تتغـير ولكن المسافة بينهما تختلف حسب الموقع على سطح الأرض أو حسب خط العرض فعند خط الاستواء تبلغ المسافة بين الخطين أقصاها وتقل كلما اتجهنا شمالا أو جنوبا حيث يتلاشى الفرق عند القطبين ويمكن حساب المسافة بين خطى الطول المتجـاورين عند خط الاستواء بواسطة قسمة محيط الأرض ومقداره حوالى ٤٠ ألف كيلو متر على عدد الخطوط أى ٣٦٠ خط حيث تحصـل الى حوالى ١١١ كيلو متر .

ويطلق على الخط ١٨٠ درجة شرقا أو غربا حيث ينتهى ويبدأ اليوم فى آن واحد بخط التاريخ أى خط بداية اليوم . واختار الجغرافيون خطا مارا بقرية جرينتش بانجلترا واعتبروه خط طول الصفر ثم منه شرقا قسموا سطح الكرة الأرضية الى ١٨٠ خطا وكذلك غربا وحيث أن الأرض كروية فخط ١٨٠ شرقا هو فى الواقـع خط ١٨٠ غربا ويبـلغ الفرق بينهما فى الزمن والتاريخ يوما كاملا .

المسافر فى اتجاه الغرب أى فى اتجـاه حركة الشـمس الظاهرية فهو بذلك يكسب الوقت بقدر خطوط الطول التى قطعها بمعدل ٤ دقائق لكل خط ومثال ذلك اذا فرض أن هناك طائرة سـوف تغادر مكان (أ) الساعة الثانيـة بعد الظهر متجهة الى المكان (ب) الذى يقع غرب المكان (أ) بمسـافة

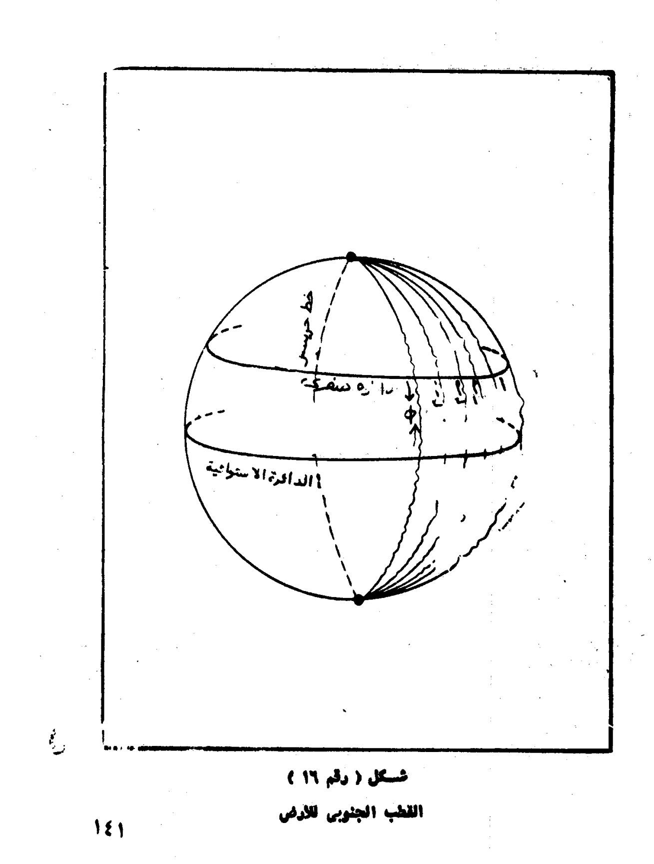
قدرها ۱۰۰۰ كيلو متر والفرق بين خطى طوليهما ١٥ درجـة فاذا ما فرضنا أن سرعة الطائرة ۱۰۰۰ كيلو متر فى السـاعة فسوف تصل الطائرة الى المكان (ب) فى الساعة الثانية بعد الظهر بتوقيت المكان وبذلك يكون المسافر قد كسب سـاعة زمنيـة •

وقد يبلغ الفرق فى الزمن يوما كاملا ومثال ذلك عندما يقطع الطائرة خط التـاريخ متجهة غربا فانهـا ستكسب يوما كاملا • أى أن الطائرة اذا قطعت خط التاريخ فى نهاية يوم الأحد مثلا سنجد أن اليوم الذى يليه هو الثلاثاء لا الاثنين •

لتعريف موقع مكان ما على سطح الأرض يمكن الاستعانة بخطوط الطول وخط الاستواء فمثلا لتحديد موقع القاهرة ، نرمز له بالنقطة (أ) على الكرة الأرضية ؛ نختار خط الطول الذى يمر بمدينة القاهرة أى الدائرة العظمى الذى تمر بالقاهرة والقطب الشمالى • ستقطع هـذه الدائرة خط الاسـتواء فى نقطة (ب) مثلا • المسافة بين النقطتين (أ) ؛ (ب) تسمى بزاويـة عرض المكان ونرمز لها عـادة بالزاوية Φ • وتكون موجبة اذا كان المكان فى شمال خط الاستواء أى واقع بين خط الاستواء والقطب الشمالى وتكون سالبة اذا كان المكان فى جنوب الاستواء •

. نلاحظ أن زاويــة عرض المكان بين (صفر + ٩٠) اذا كان المكان فى نصف الكرة الشـمالى وبين (صفر ، — ٩٠) اذا كان المكان فى نصف الكرة الجنوبى .

والآن هل تكفى الزاوية Φ وحدها لتعريف موقع مكان ما على الأرض أو بمعنى آخر اذا قلنـا أن زاوية عرض مكان تساوى Φ هل ذلك نعرف موقع المكان على سطح الأرض ؟ والجواب على ذلك السؤال بالنفى والسبب فى ذلك هو أن جميع الأماكن الواقعة على دائرة صغرى والمـارة بالنقطة (أ) وموازية لخط الاســتواء لها نفس خط العرض Φ ... فمثـلا المكان (أ) خط عرضــه Φ والمكان ب خط عرضه Φ وهــكذا ومن ذلك نرى أن الزاوية Φ لا تعين المكان (أ) نهائيا ولكنها تعين الدائرة الصغرى أ$_{١}$ أ$_{٢}$ أ$_{٣}$ .. ولذلك مازال أمامنـا مهمة تعيين النقطة (أ) على الدائرة الصغرى أ أ$_{١}$ أ$_{٢}$ .. التى تســمى عادة باسم دائرة خط عرض المكان (أ) وهى الدائرة الصغرى التى تمر بالنقطة (أ) والموازية لخط الاستواء . نلاحظ أن النقط ، ، أ$_{١}$ ، أ$_{٢}$ ، أ$_{٣}$ تختلف فى موقعهـا على خط العــرض أو بمعنى آخر خطوط الطول (أ) أ$_{١}$ ، أ$_{٢}$ ، أ$_{٣}$ تختلف عن بعضها البعض فلكى نثبت النقطة (أ) يجب أن نبحث عن كميــة أخرى تعرف بخط طول النقطة (أ) ونفرقه عن خطوط الطول للنقط أ ، أ$_{١}$ ، أ$_{٢}$ ، أ$_{٣}$ هــذه الكمية يطلق عليها اسم خط طول المكان



شكل (رقم ١٦)

القطب الجنوبي للأرض

(أ) وهى الزاوية بين خط طول المكان (أ) وخط طول مكان ثابت اتفق أن يكون جرينتش بانجلترا ويطلق عليها الحرف (ل) ومن ذلك نرى أن الزاوية (ل) والزاوية Φ يمكن استخدامهما فى تحديد موقع مكان ما على سطح الكرة الأرضية شكل (رقم ١٦) .

تعيين خط طول المكان :

خط طول المكان يمكن معرفته بمقارنة الوقت المحلى بالوقت المنطقى أو بوقت جرينتش .

فمثلا اذا كان معنا ساعة عادية أى الساعة التى تعين الوقت المدنى وذهبنا بها الى مكان ما وأمكنا معرفة الوقت المحلى فى لحظة معينة فبمقارنة هذا الوقت بالوقت المدنى ينتج فرق خط طول المكان عن خط طول المنطقة التى بها هذا المكان ومن ذلك نعين خط الطول .

والسؤال الذى يتبادر الى الذهن ، هو كيفية معرفة أو تعيين الوقت المحلى ؟ ... يمكن معرفة الوقت المحلى لأى مكان عند لحظات مختلفة فى النهار وهذه اللحظات هى وقت الشروق ووقت الغروب للشمس . وهذه اللحظات مجدولة فى جداول فلكية لكل يوم من أيام السنة فبمقارنة الوقت المعطى

فى هذه الجداول بالوقت الذى تظهره الساعة عند لحظة شروق أو غروب الشمس يمكننا تعيين خط طول المكان .

عيب هذه الطريقة أن المكان المطلوب حساب خط طوله يجب أن يكون سهلا منبسطا فمثلا لا يكون هناك جبلا أو ارتفاعا عند اتجاه الشروق والغروب حتى لا تعوق رؤية ظاهرة الشروق والغروب .. وهناك عيب آخر وهو انتظارنا للحظة الغروب أو الشروق حتى يمكننا معرفة خط طول المكان .

ويمكن تعيين خط طول المكان وقت الظهر . حيث أن لحظة مرور الشمس العلوى على خط الزوال تعرف بوقت الظهر وهناك جداول لاعطاء الوقت المحلى للظهر الذى لا يخرج عن كونه :

(الوقت الظاهرى للظهر - الوقت المتوسط للظهر = معادلة الزمن) .

وبمعرفة الوقت الظاهرى للظهر ١٢ ساعة وكذلك معادلة الزمن من الجدول . وبمقارنته الوقت المحلى للظهر بالوقت الذى تعطيه ساعتنا عند لحظة الظهر يمكننا معرفة خط الطول .

ولحظة الظهر هى التى يكون عندها ارتفاع الشمس عن الأفق أعلى ما يمكن أى طول الظل الملقى على سطح أفقى من

جسم رأسى أقصر ما يمكن وعيب هذه الطريقة أنه من الصعب تعيين لحظة الظهر بالضبط وبجانب ذلك يجب أن ننتظر الى وقت الظهر لتعيين خط الطول .

ويمكن تعيين خط طول المكان من قياس ارتفاع الشمس عند أى لحظة فالوقت المحلى عند أى مكان يتوقف على الزاوية الساعية عند هـذا المكان والزاوية الساعية للشـمس عند أى مكان تتوقف على ارتفاع الشمس فوق الأفق عند هـذا المكان فاذا أمكننا معرفة هذا الارتفاع فانه يمكننا تعيين الوقت المحلى وبمقارنة الوقت المحلى بوقت الساعة تستطيع معرفة خط طول المكان وعموما يمكننا قيـاس ارتفاع الشمس بقياس نسبة طول الظل الذى يلقيه جسم رأس على مستوى أفقى الى طول الجسم نفسه ويمكننا عمل جداول تعطى الوقت المحلى اذا أعطينا هذه النسبة ، وهذه الطريقة خالية من العيوب المذكورة فى الطرق السابقـة .

ويمكننا أيضا تعيين خط طول المكان باستخدام ما يسمى باستتار النجـوم وراء القمر فالقمر يدور حول الأرض دورة كاملة فى مدى ١/٣ ٢٧ يوما بالنسبة لمـا وراءه من خلفيـة من النجوم ، فهو يتحرك شرقا فى السماء بمعدل يزيد قليلا عن نصف درجة قوسـية فى كل ساعة واننا نشاهده ليلا والنجوم تستتر

وراءه حيث تختفى فجأة وتعود بعد مضى وقت قصير الى الظهور فجأة أيضا ، هذه الظاهرة اللحظية التى تسمى أحيانا بالطمس والبزغ تنشأ من إنه ليس للقمر غلاف جوى مثل الغلاف الجوى للأرض يطمس اشعاع النجم تدريجيا حتى يستتر وراء جرم القمر وهناك علاقة رياضية تربط بين موقع القمر فى السماء وموقع الراصد على سطح الأرض بافتراض أن مواقع النجوم معروفة بدقة عالية ، ولقد استخدمت بأرصاد النجوم فيما سبق للتعرف على الفرق فى الطول بين الأماكن المختلفة على سطح الأرض ولكن أرصاد الاشارات الزمنية اللاسلكية الحديثة جعلت طريقة الاستتار طريقة بالية بطل استعمالها فى تعيين طول المكان .

ومواقع القمر فى لحظة ما معروفة بدقة عالية وفقا لنظريات الديناميكا السماوية للأجسام الثلاثة ويسجل هذه المواقع فى التقاويم الفلكية فى كل ساعة من ساعات اليوم ومن هذه المواقع وموقع نجم ما يحصل على ظروف استتار هذا النجم بدقة كافية، ومن المنتظر أن تتفق مواقيت الأرصاد والمشاهدة مع المواقيت المستنتجة من الحساب وفقا للنظرية والواقع أن أرصاد الاستتار تبين أن الطول المتوسط للقمر المستنتج من الأرصاد يقل عن قيمته النظرية فى (١٩٤٤) بمقدار ثانية واحدة قوسية واننا نعزو هذا الفرق الى تغيير فى دورة الأرض حول محورها هذه

الدورة التى تعتبر الاساس فى قياس الزمن • ومن هذا يتبين لنا أهمية أرصاد الاستتار لأن التغير فى دورة الأرض غير ثابت على مر الزمن والأجيال •

يجب أن تتذكر هنا أن جميع الطرق المشروحة لتعيين خط الطول لا تخرج عن كونها تقريبية اذ أن القيم المعطاه فى الجداول الفلكية المستخدمة فى تعيين خطوط الطول تعتمد فى الدرجـة الأولى على خط الطول والعرض ما عدا وقت الظهر الذى يتوقف على خط الطول فقط اللذان لا تعرفهما ولكن سوف لا يكون الخطأ كبيرا بل وسوف لا يتعدى عدة دقائق قوسية اذا استعملنا الجداول المبنية على أســاس خطوط العرض ٩٠ شــمال وخط الطول ٣٠ شرق •

تعيين خط العرض اثناء الليل :

نلاحظ من الشكل أن الاتجاه (م ق) يميل مع الاتجــاه (م س) زاوية تساوى ٩٠ ــ Φ درجة عرض المكان أى أن الزاوية بين الســمت والقطب الشــمالى الســماوى تســاوى ٩٠ ــ Φ ، ولكن السمت يبعد عن الأفق بمقدار ٩٠ ومن هذا تكون زاوية ارتفــاع القطب الشمالى الســماوى عن الأرض تساوى Φ ومن حسن الحظ أن تصــادف أن اتجــاه القطب الشمالى السماوى قريب جدا من اتجــاه معين يســمى بالنجم

القطبى وهذه الطريقة هى من الطرق التقريبية مع ملاحظة أنه من الصعب تقدير زاوية الارتفاع بالعين المجردة وحتى لو أمكننا معرفة الزاوية بالضبط فان ذلك غير كاف حيث أن النجم القطبى لا ينطبق تماما على اتجـاه محور الارض ولكنـه يختلف عنه قليـلا •

وهناك طريقة أخرى لتعيين درجة العرض وذلك لقيـاس ارتفاع الشمس عند الظهر فوق الأفق حيث أن هـذا الارتفاع يسـاوى ٩٠ – Φ + ں فاذا ما عرفنا ميل الشـمس فيمكن تعيين درجة العرض Φ وعيب هـذه الطريقـة أنه من الصعب تعيين الارتفاع الى أقرب درجة وبجانب ذلك من الصعب تعيين لحظة الظهر بالضبط •

مسـاحة الأرض :

اذا اعتبرنا الأرض على شـكل كرة ونصـف قطرهـا ٦٤٠٠ كيلو متر وباستخدام القوانين الرياضية فسوف نجد أن مساحة الأرض ٥٠٠ مليون كيلو متر مربع ولو قمنا بتوزيع هذه المساحة بالتساوى على جميع سكان الأرض لحصـل الشخص الواحد على خمسة هكتـارات من الأرض اليابسة وحـوالى ٢٥ هكتار من الأرض المعمورة بالمـاء • والانتاج الذى تغطيه خمسة هكتارات لا يكفى لتغذية شخص واحد فقط بل يكفى لتغذية آلاف الناس ومن ذلك فان التخوف الذى ينتاب بعض

الدول الرأسمالية الذين يدعون العلم ويصرحون بان عدد سكان الارض أكثر من اللازم وأن الأرض ستعجز بعد فترة وجيزة عن تغذية هذا العدد من الناس وبالطبع هذا خطـأ وسـخف كما أظهرنـا .

وهنـاك بعض العلمـاء يعتقدون فى أن الفحم والحديد والبترول سينضب قريبا وهذا كذب أيضـا فلدينا الان الفحم الابيض (الكهرباء) والطاقة الشمسية والطاقـة النووية ولن تستهلك أبدا المناجم المعدنية كلها .

***

منـازل القمـر :

يقول ابن منظور الافريقى المتوفى سنة ٧١١ هـ ، ١٣١١ م . فى كتاب « نثار الأزهـار فى الليل والنهار » أنسوا بالقمر لانهم يجلسون فيه للسحر ويهديهم السبل فى سرى الليل فى السـفر ويزيل عنهم وحشـة الفاسـق وينم على المؤذى والطـارق فاختارا فى السماء ثمانية وعشرين مجموعة من النجـوم الغير بعيدة عن فلك البروج وكذلك فلك القمر لتكون علامات لمسير القمر بصفة أن يدل تقريبا كل أحد منها على موضـع القمر فى احدى ليالى الشهر النجمى وسموا هـذه المجاميع النجوميـة نجوم الأخذ أو المنازل للقمر التى وردت فى القرآن الكريم .

« هو الذى جعل الشمس ضياءا والقمر نورا وقدره منازل فتعلموا عدد السنين والحساب » .

سور يونس (الآية ٥)

« والقمر قدرناه منازل حتى عاد كالعرجون القديم » .

سورة يس (الآية ٣٩)

ان بعض علمـــاء اللغة قالوا أن النوء منسوب الى طلوع المنزلة وقت طلوع الشمس لا الى غروبها فى هذا الوقت ، وهذا مخالف لقول أكثر اللغويين وجميـــع أصحـــاب علم الهيئة مثل البيرونى وعبد الرحمن الصوفى ومما يثبت على أن النؤ منسوب الى غروب المنازل بالغدوات قول عدى بن زيد العبـــادى من شعراء الحيرة المتوفى قبل الهجرة بنحو احدى وعشرين سنة .

يقول الشاعر :

عن خـــريف ســـقاه نؤ من

الدلو تدلى ولم توار العراقى

والدلو عند عرب الجاهلية اسم شامل المنزلتين المسماتين بالفرغ المقدم والفرغ المؤخر والجداول الفلكية التى ظهرت فى القرن السابق للهجرة تبين أن الفرغ المقدم كان يطلع بالقدرات يوم ٩ مارس بالحساب الشرقى وكان يغرب يوم ٨ سبتمبر ،

أما الفرغ المؤخر فطلوعه مع الفجر كان يوم ٢٢ مارس وغروبه يوم ٢١ سبتمبر ، فاذا ذكر الشاعر فى بيته الخريق (وهو أول مطر بعد الصيف) واضح انه أراد بالنؤ ما يكون من الأمطار عند غروب تلك المنزلتين لا عند طلوعها .

يروى أن أربد ارتفعت له سحابة فرمته بصاعقة فاحرقتـه فقال لبيد يرثيه وكان آخا له ولأمه :

أخشى على أربد الحتوف ولا

أرهب نوء السماك والأسد

والسماك الأعزل (جزء من السنبلة) اسم المنزلة الرابعة عشرة التى كان طلوعها مع الفجر يوم ٤ أكتوبر بالحساب الشرقى وغروبهـا يوم ٤ ابريل وفى كلا الشـهرين الأمطـار غزيرة فى أواسط جزيرة العرب وبالتالى فهذا البيت لا يكفى أن يكون حجة على أن نؤ السماك منسوب الى السقوط أما ذراع الأسد المبسوطة أو الذراع على الاطلاق وهى المنزلة السابعة (جزء من الجوزاء) كان طلوعهـا يوم ٤ يوليو وغروبها ٣ ينـاير بالحساب الشرقى وحيث أن المطر ينزل فقط فى فصل الشـتاء فى وسط الجزيرة العربية فى ٣ يناير ويتضح حاليا أن نؤ الأسد (أو الذراع) غروبه السنوى وقت طلوع الشمس .

المنزلة	وقت الغروب		وقت الشروق
السرطان او النطح	١٠/٢٢	من الحمل	٢٢ ابريل
البطن بطن الحمل	١١/٤	من الحمل	٥ مايو « اذا طلع البطن اقتضى الدين »
الثريا او النجم	١١/١٧		١٨ مايو
الدبران	١٢/١	من الثور	٣١ مايو « اذا طلع الدبران يبست القدران »
الهقعة	١٢/١٤	من الجبار	١٣ يوليو
الهنعة	١٢/٢٧	من الجوزاء	٢٦ يونيو
الذراع	١/٩	من الجوزاء	٩ يوليو « اذا طلق الذراع ترقرق الشراب فى كل قاع »
النثرة	١/٢٢	من السرطان	٢٢ يوليو
الطرف	٢/٤	من السرطان	٤ اغسطس
الجبهة	٢/١٧		١٧ اغسطس « لولا طلوع الجبهة ما كان للعرب رفعة »
الزبرة (الخراسان)	٣/٢		٣١ اغسطس
الصرفة	٣/١٥		١٣ سبتمبر
العواء	٣/٢٨		٢٦ سبتمبر « اذا طلعت العواء كان الهواء »
السماك الأعزل	٤/١٠		٩ اكتوبر

المنزلة	وقت الغروب	وقت الشروق
الغفر	٤/٢٣	١٠/٢٢ « سمر غفراء لأنه عند طلوعه تستتر نضارة الأرض زينها »
الزباني	٤/٢٦	٤ نوفمبر
الاكليل	٥/٩	١٧ نوفمبر
القلب	٥/٢٢	٣٠ نوفمبر « اذا طلع القلب جاء الشتاء كالكلب »
الشولة	٦/٤	١٣ ديسمبر « اذا طلعت الشولة اشتدت على العيال العولة » « برد الشولة حمى العجوزة البولة »
النعائم	٦/١٧	٢٦ ديسمبر
البلدة	٦/٣٠	٨ يناير
سعد الذابح	٧/١٣	٢١ يناير
سعد بلع	٧/٢٦	٣ فبراير
سعد السعود	٧/٢٩	١٦ فبراير
سعد الأخبية	٨/١١	١ مارس
الفرغ الأول	٨/٢٤	١٤ مارس
الفرغ المؤخر	٨/٢٧	٢٧ مارس
بطن الحوت أو الرشا		٥ ابريل

مما تقدم يدل دلالة قاطعة على أن النؤ انما يقال لسقوط المنزلة فى المغرب وقت طلوع الشمس •

اذا البـدر تم مع الثريا
أتـاك البرد أوله الشـتاء

وذلك لأن القمر وقت تمامه وهو وقت استقبال الشمس يلزم أن يكون فى نظير الشمس فاذا فرض وجود القمر فى الثريا أى قبل منتصف برج الثور بيسير يكون موضـع الشمس قبل منتصف البرج المقابل له أى برج العقرب وذلك يحدث فى أوائل نوفمـبر •

كان العرب القدماء يعرفون منازل القمر ويستخدمونها فى معرفة أحوال الهواء وحوادث الجو فى فصـول السنة وكانوا ينسبون تلك الحوادث الى طلوع المنازل وغروبها وقت الفجر حين تطلع الشمس ومعلوم أن مثل هـذا الطلوع أو الغروب لا يحدث لأى منزلة الا مرة واحدة فى خـلال السـنة بسبب ما يستوجبه من الأطوال • فان المنزلة المفروضـة لكونها قريبة من فلك البروج الذى هو أيضا فلك الشمس الظـاهرى حول الأرض لا تطلع وقت طلوع الشمس الا بشرط أن يكون متوسط أطوال نجومها مساويا لطول الشمس وكذلك لا تغرب فى ذلك الوقت الا بشرط أن يكون متوسـط أطوالها فى نظـير طول

الشمس وفى الحقيقة لا يرى طلوع منزلة أو غروبها وقت طلوع الشمس حتى يساوى طولها طول الشمس أو يبعد عنه بمقدار ١٨٠ درجة وذلك لأن شعاع الشمس يستر نجوم المنزلة ويمنعنا عن رؤيتهـــا فيختلف الطلوع أو الغروب المرئى عن الطـــلوع أو الغروب الحقيقى فالتى ترى طالعه وقت طلوع الشـــمس هى تقريبا المنزلة الثانية قبلها من جهة الغرب •

ويفسر البيرونى معنى طلوع المنازل بقوله ان الشمس اذا حلت باحداها سترتها هى والتى قبلها وطلعت الثالثة فيها •

وعموما فان كل ليلة فى كل وقت ترى فوق الأرض أربـــع عشرة منزلة وتبقى الأربع عشرة الأخرى غير مرئية تحت الأرض ثم انه كلما غربت احداها طلعت نظيرتها فى المشرق وهى التى كان العـــرب يسمونهـــا الرقيب فظـــاهر أن الرقيب هى المنزلة الخامسة عشرة من الساقطة ثم انه من غروب منزلة فى الفجر الى غروب التى تليها مدة ثلاثة عشر يوما تقريبـــا لأن الشمس تقطع مسافة منزلة (وهى قسم من أقسام الدائرة الثمانية والعشرين) فى ثلاثة عشر يوما بالتقريب •

ويقول البيرونى أن العـــرب نسبوا الأمطـــار الى غروب المنازل فى الفجر والرياح الى طلوعها •

***

كرويـــة الأرض :

شكل الأرض كروى أو سطحها محدب فيما بين المشرق والمغرب وذلك لأن الشـــمس والقمر وســـائر النجـــوم لا تطلع ولا تغرب على جميع الأرض فى وقت واحد بل يرى طلوعها على البلدان الشرقية يكون قبل طلوعها على البلدان الغربية وكذلك يتقدم غروبها عند البلاد الشرقية عن البلاد الغربية •

ويمكن البرهنة على كروية الأرض من خسوف القمر فانه مع حدوثه فى الحقيقة فى وقت واحد لكل البلاد فانه يرصـــد فى بلد شرقى قبل ما يرصـــد فى بلد غربى بقـــدر من الزمـــان مناسب للمسافة بين البلدين فى حالة ما كان للبلدين خط عرض واحد وذلك يدل على انتظام استدارة الأرض فيما بين المشرق والمغـــرب •

أما الاستدارة من الجنوب الى الشمال فاستدلوا عليهـــا بما يعرض لمن يسيرون ناحية الجنوب الى الشمال انه يرى عند تغلغله ناحية الشمال نجوم كانت مختفية عنه وأن بعض النجوم الشمالية التى كان لها غروب عند بداية حركتـــه تصبح أبدية الظهور (أى تتحرى حركة ظاهرية حول الأرض بدون غروب) ونجوم أخرى كانت فى اتجـــاه جنوب الراصد والتى كانت لها شروق وغروب فتصير أبدية الخفاء على ترتيب واحد •

ومما يدل أيضا ويثبت كروية الأرض وذلك لما يحدث للأشياء المرتفعة مثل الجبال والبروج الشاهقة انها ترى قممها من مسافة لا يرى منها أسفلها . وكذلك استدلوا على استدارة سطح البحار بما هو مشهور أن السفن المقبلة تظهر رؤس سواريها من بعيد قبل ما ترى قلوعها ثم تظهر القلوع قبل ظهور جسم السفينة .

جعل فوكول فى أحد الأبنية العليا من مدينة باريس المسمى نبتون رقاصا (بندولا) عظيما جدا أعنى كرة ثقيلة من نحاس أصفر معلقة فى مركز قبة نبتون بخيط معدنى طوله ٦٤ مترا ثم أزاح الكرة عن محلها فتركها تتذبذب « بعد أخذ كل الاحتياطيات اللازمة لكى لا يحدث للرقاص أى حركة فى اتجاه الشمال أو الجنوب » وترك فوكول البندول يتذبذب لفترة ما . وجد فوكول خلال هذه الفترة أن الرقاص كان يتذبذب ذبذبات منتظمة وكان مستوى التذبذب دائر من الشرق الى الغرب حول محور مار بالنقطة التى علق فيها الرقاص وبأوساط التذبذب . وقدر قدر الانحراف بمقدار ١١ درجة لكل ساعة . فعرف فوكول أن سبب ذلك الانحراف هو دوران الأرض على محورها بين الغرب الى الشرق ، فلو وضع البندول فى أحد قطبى الأرض بشرط أن تكون نقطة تعليقه على امتداد محور الأرض لتم مستوى

التذبذب دورة كاملة فى يوم نجمى الى الجهة المضـادة لدوران الكرة السـماوية .

ومن البراهين الأخرى التى تدل على دوران الأرض حول محورها أن سقوط أى جسم ثقيل يتبع فى سقوطه اتجـاه التثاقل أى اتجاه الخط الرأسى فلو تركنا حجرا من قمة برج شـاهق ذى خيطان رأسية لوقع الحجر على الأرض عند قاعـدة البرج مهما كان ارتفاعه . ولكن على فرض دوران الأرض السريع من الغرب الى الشرق فى عكس اتجـاه عقارب السـاعة لابد من وقوع الحجر على الأرض فى اتجاه الشرق بقدر يسـير وذلك لازدياد السرعة بازديـاد البعد عن مركز الأرض للدائـرة على محورها ويبدو أن مشاهدة ذلك أمر صعب أولا لقلة اختلاف السرعة من القاعدة الى القمة ان لم يكن ارتفاع البرج عظيما جدا ولكن فى سنة ١٧٩٢ م . أجرى العالم كليلمينى تجربة مدققة متقنة فى برج مرتفع جدا لتعيين قدر ذلك الانحراف الصغـير ثم جددها فى بعض آبار عميقة سنة ١٨٠٤ م ، ١٨٣١ م . فوجد مثـلا أن الجسـم السـاقط زاغ عن شرق القاعـدة بقـدر ٢٨ر٣ ملليمترا فقط فى بئر عمقه ٥ر١٥٨ مترا .

يمكن استخدام آلة « سـكافى » فى معرفة خط عرض المكان وذلك عند استخدامها لقياس ارتفـاع الشـمس وقت انتصاف النهار فى يوم ٢١ مارس أو ٢٢ سبتمبر فان الزاويـة

المتممة لارتفاعها فى وقت الظهر هى عبارة عن خط عرض المكان .

خط عرض المكان = ٩٠ ــ أكبر ارتفاع للشمس أثناء
النهار فى الاعتدالين الربيعى
أو الخريفى .

***

تعيين اتجاه القبلة :

فاتجاه القبلة فى أى مكان على سطح الأرض هو الاتجاه بين ذلك المكان والمسجد الحرام .

ويتحدد الاتجاه بين أى نقطتين على سطح الأرض بمستوى رأسى يمر بالنقطتين ولما كانت الأرض كروية فان هذا المستوى يقابلها فى قوس نصف قطره مساوى لنصف قطر الأرض ويسمى بقوس الدائرة العظمى .

ويلزم ربط اتجاه القبلة باتجاه ثابت يتخذ كمرجع وهو اتجاه الشمال والزاوية بين الاتجاهين تسمى انحراف القبلة عن الشمال واتجاه الشمال هو اتجاه القطب الشمالى أى اتجاه قوس الدائرة العظمى التى تصل بين المكان والقطب الشمالى .

وعلى هذا يكون لدينا ثلاث اتجاهات تحددها ثلاثة أقواس من دوائر عظمى وهى .

١ ـ قوس الدائرة العظمى المـار بمكان المصلى ومكة المكرمة وهو الذى يحدد الاتجاه بينهما أى اتجـاه القبـلة ٠

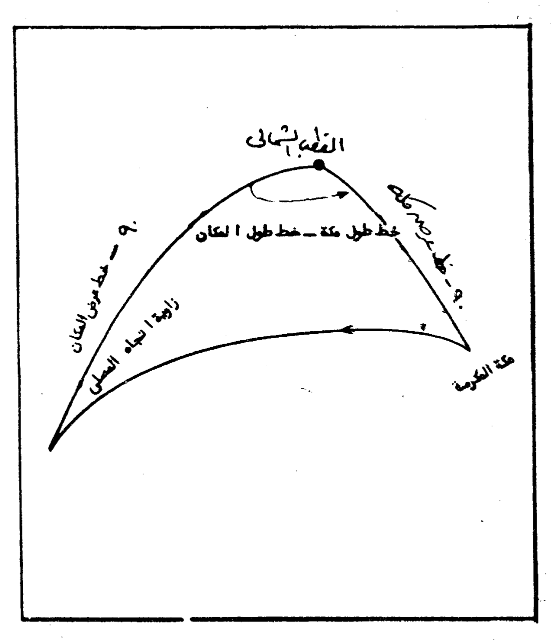
٢ ـ قوس الدائرة العظمى المـار بمكان المصلى والقطب الشمالى وهو الذى يحدد اتجاه الشـمال فى مكان المصلى « المسجد » ٠

٣ ـ قوس الدائـرة العظمى المـار بالمسجد الحـرام والقطب الشمالى وهو الذى يحدد اتجاه الشمال فى موقع المسجد الحرام ٠

ومن أقواس الدوائر العظمى الثلاثة هذه يتكون ما يسمى بالمثلث الكرى ٠ وبحل هـذا المثلث يتم حساب زاوية انحراف القبلة عن الشمال وهى الزاوية (هـ) كما فى الشكل ٠

وقوس الدائرة العظمى كأى منحنى يغير اتجاهه من نقطة لأخرى الا أن اتجاه القبلة هو اتجاه المماس لهذا القوس وهذا المماس عبارة عن خط مستقيم مباشر يصـل بين مكان المصلى والمسجد الحرام ٠

وقد يحدث فى بعض الأحيان كما هو الحـال فى أمريكا الشمالية مثلا أن تقع نقطة الذروة لقوس الدائرة العظمى المحدد


القطب الشمالى
خط طول مكة ــ خط طول المكان
٩٠ ــ خط عرض المكان
زاوية اتجاه المصلى
٩٠ ــ خط عرض مكة
مكة المكرمة

شكل (رقم ١٧)

للقبلة فى مكان ما بين النقطتين « موقع المصلى والمسجد الحرام » كما بالشكل وفى هذه الحالة ينعكس اتجاه القبلة بالنسبة للشمال والجنوب وهذه الحالة قد تثير اللبس عند غير المتخصصين •

ونتيجة لهذه الحالة بالذات فاننا لا نتمكن من وضع قواعد بسيطة لتعيين اتجاه القبلة • اذ انه بينما يمكن وضع قواعد عامة بسيطة لاتجاهى الشرق والغرب على أساس خطوط الطول حيث يكون اتجاه القبلة الى الغرب فى البلاد الواقعة على خطوط طول شرق خط طول مكة المكرمة والعكس بالعكس أى يكون اتجاه القبلة الى الشرق فى البلاد الواقعة على خطوط طول غرب خط طول مكة المكرمة •

الا أنه بالنسبة لاتجاهى الشمال والجنوب فلا يمكن وضع مثل هذه القاعدة البسيطة على أساس خطوط العرض لاحتمال وقوع نقطة الذروة السابق الاشارة اليها بين البلدين فينعكس الاتجاه • وتعيين موقع هذه النقطة لا يخضع لقاعدة بسيطة حتى الآن •

هذا وأود أن أنبه الى بعض الملاحظات الهامة :

١ ـ قد تتعدد المسارات بين أى نقطة ومكة المكرمة الا أن الاتجاه بينهما « اتجاه القبلة » هو اتجاه

واحد فقط يتحدد بقوس الدائرة العظمى بينهما .

٢ – لا يجوز استخدام الخرائط لتعيين اتجـاه القبلة لأن الخرائط بوجه عام لا تعطى الاتجـاه الصحيح فحتى ما يعرف بالخرائط الاتجاهية ليست دقيقة . كما أن هنالك خطأ شـائع وهو استخدام خرائط مركيتور الملاحية لتعيين اتجاه القبلة لأنها تعطى اتجاه الانحراف الثابت الذى يغير اتجاهه مع تغير اتجـاه الشمال وهو ما يعرف بالخط المتراو Rhumb line وهو ان كان يصلح للملاحة فلا يصلح مطلقا لتعيين اتجاه القبلة .

٣ – لا يجوز استخدام البوصلة لتعيين اتجـاه القبلة لتأثرها بالمعادن والتيـارات الكهربائيـة المـارة فى الأسلاك والأجهزة الكهربائية القريبة منها .

ولقد اهتم العلماء المسلمون القدامى بتعيين اتجاه القبلة فى أى مكان على سطح الأرض حتى أنهم وضعوا قواعد علم حساب المثلثات الكروية بواسـطة أبو بكر البتـانى وخلفاؤه لهذا الغرض . وقد فطن هؤلاء العلمـاء الى أن اتجاه القبلة يتحدد باتجاه المستوى الرأسى المـار بموقع المصلى والمسجد الحرام فأطلقوا على هذا الاتجاه « اتجاه سمت القبلة » والسمت كما هو معروف هو نهاية الاتجاه الرأسى .

الا أنهم استخدموا مصطلح « سمت القبلة » فيما بعد على الوقت الذى تكون فيه الشمس فى اتجاه سمت القبلة أى فى اتجاه القبلة .

***

سمت القبلة :

لاحظ قدامى علماء الفلك المسلمين ان الشمس فى حركتها الظاهرية اليومية ما بين الشروق والغروب قد تمر باتجاه قبلة الصلاة ، وتتحقق هذه الظاهرة كل يوم فى معظم أنحاء العالم الاسلامى ، وقد أطلقوا على الوقت الذى يكون فيه مركز الشمس فى اتجاه القبلة « سمت القبلة » ومن البديهى أن هذا الوقت يختلف من يوم لآخر على مدار السنة ويختلف كذلك من مكان لآخر .

وقد كانت حسابات القدامى لسمت القبلة مبنية فى الغالب على فرض انتظام حركة الشمس وهذا غير صحيح ، ولهذا جاءت حساباتهم فى الغالب غير دقيقة . ولهذا فقد تم اعادة حساب سمت القبلة بطرق الحساب الدقيقة وذلك لعدد كبير من المدن .

ويلاحظ أن اتجاه الشمس يكون عكس اتجاه الظل لذا فقد يكون أسهل على الراصد رصد ظل خيط شاغول أو ظل شاخص رأسى فى لحظة سمت القبلة الموضحة بالجداول فى

يوم الرصد حيث يكون اتجاه القبلة هو عكس اتجـاه الظل انظر شكل (رقم ١٨) •

وفى بعض المناطق مثل الولايات المتحدة الأمريكية وكندا لا تتحقق ظاهرة سمت القبلة بمعناها السابق وهو وجود مركز الشمس فى اتجـاه القبلة وفى هذه الحالة فاننا نحسب الوقت الذى يصنع فيه مركز الشمس ١٨٠ مع القبلة ، وعندها يكون اتجاه ظل الشـاخص الرأسى أو خيط الشـاغول هو اتجـاه القبلة تماما •

وفى مناطق معينة من العالم قد يتحقق شرط سمت القبلة بمعناه التقليدى فى بعض أيام السنة ولا يتحقق فى أيام أخرى ، وفى هذه الحـالة فاننا نستخدم سمت القبلة بمعناه التقليدى فى بعض الأيام وفى الأيام الأخرى تستخدم الحالة الثانيـة حسبنا فيها وقت وجود الظل فى اتجاه القبلة بدلا من وقت وجود مركز الشمس فى اتجاه القبلة فى الحالة التقليدية •

هذا وبالامكان حسـاب الأوقات التى يكون فيها مركز الشمس أو يكون فيها الظل متعامدا على اتجاه القبلة الا أن ذلك يستدعى وجود جهاز لتوقيع الزاوية القائمـة لتعيين اتجـاه القبلة • وتعيين اتجاه القبلة بطريقة سمت القبلة قد يكون أدق من تعيينه برصد الشمس فى لحظة الظهر لتحديد اتجاه الزوال (الشمال ـ الجنوب) ثم قياس انحراف القبلة عن هـذا الاتجاه

بالتيودوليت لأن حركة الشمس الأفقية فى لحظة الزوال تكون فى أقصى سرعة لها مما يؤثر سلبيا على دقة الرصد .

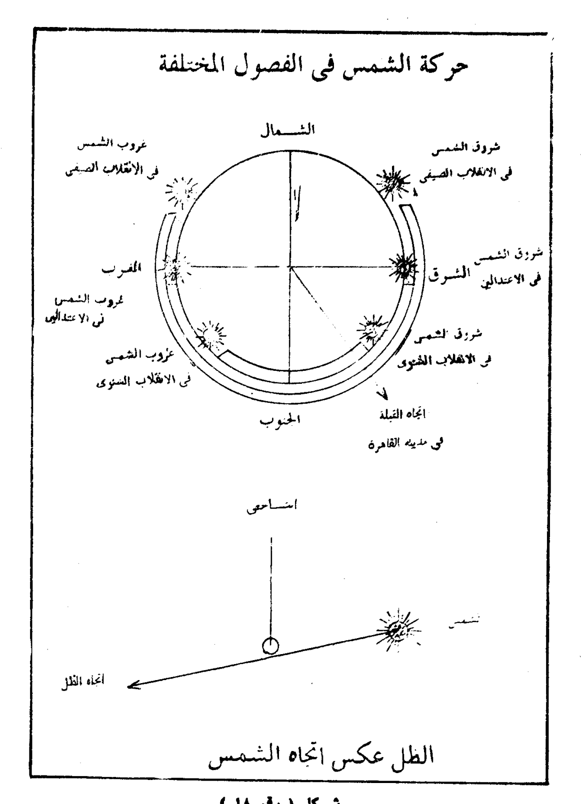
ودقة تعيين اتجاه القبلة بطريقة سمت القبلة تتوقف عموما على انحراف القبلة عن خط الزوال فكلما كانت قريبة من خط الزوال كان تعيينها أقل دقة وكلما كانت قريبة من خط الشرق ـ الغرب كان تحديدها أعلا دقة حيث أن سرعة الشمس الأفقيـة أعلا ما يمكن عند عبورها لخط الزوال وأقل ما يمـكن عند مرورها باتجاه الشرق ـ الغرب

تتعامد الشمس على الكعبة المشرفة مرتان فى السنة وقت الظهر أى فى لحظة العبور العلوى للشمس وذلك عندما يكون ميل الشمس مساويا لخط عرض مكة المكرمة . ويحدث ذلك يومى ٢٨ مايو ، ١٦ يوليو تقريبا . فاذا رصدنا الشمس لحظـة تعامدها على الكعبة المشرفة فان مركزها يكون فى اتجاه الكعبة أى فى اتجاه القبلة وذلك فى أى مكان فى العالم يمكن أن ترى فيه الشمس أى الأماكن التى تقع فيها هذه اللحظة نهارا . وهى حوالى نصف الكرة لأرضية ، ويكون وقت سمت القبلة آنذاك هو وقت الظهر فى مكة المـكرمة وهى لحظـة واحدة يمـكن حسابها بالتوقيت المحلى لأى مدينة حيث تكون الساعة التاسعة وثمان عشرة دقيقـة بتوقيت جرينتش ليوم ٢٨ مايو ، تكون الساعة التاسـعة وسبع وعشرون دقيقة بتوقيت جرينتش ليوم ١٦ يوليو .

وفى نصف الكرة الأرضية الذى تحدث فيه هذه اللحظة ليلا كما هو الحال فى أمريكا الشمالية مثلا فاننا نستخدم ظاهرة أخرى وهى تعامد الشمس على النقطة المقابلة لها قطريا فى الجهة الأخرى من الكرة الأرضية وهذه النقطة تسمى « قطب مكة » وهى تقع على خط عرض ٢٥° ٢١° جنوب خط الاستواء ، خط طول ١١° ١٤٠° غربا وعند تعامد الشمس على هذه النقطة يكون اتجاه القبلة عكس اتجاه الشمس أى فى اتجاه ظل الشاخص ويحدث ذلك تقريبا يومى ٢٩ نوفمبر الساعة ٢١ وتسع دقائق بتوقيت جرينتش ، يوم ١٤ يناير الساعة ٢١ والدقيقة ٣٠ بتوقيت جرينتش .

ويلاحظ أنه فى كلتا حالتى التعامد سواء على مكة المكرمة أو على قطبها قد يوجد خطأ صغير فى تحديد وقت سمت القبلة لأن شرطى تعامد الشمس وهنا تساوى ميلها مع خط العرض ، وكذا وجودها فى العبور العلوى أى فى لحظة الظهر قد لا يتحققان سويا فى نفس اللحظة بالضبط بل قد يحدث أنه فى وقت الظهر يكون ميل الشمس أكبر أو أصغر قليلا من خط عرض مكة المكرمة فى الحالة الأولى أو خط عرض قطبها فى الحالة الثانية مما ينشأ عنه خطأ صغير فى تعيين وقت سمت القبلة يمكن اهماله .

***



شكل (رقم ١٨)

الاحداثيات على الكرة السماوية ، ثلاثة أنواع من الاحداثيات : احداثى الافق وسمت الراس ، واحداثى دائرة الاستواء والقطب الشمالى ، واحداثى دائرة البروج والنقطة العمودية عليها .

الفهرس

الباب الرابع :

الباب الخامس :